

INTERNATIONAL COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

Assistant Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark
Office
Box PCT
Washington, D.C. 20231
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing: 13 July 2000 (13.07.00)	
International application No.: PCT JP99 07176	Applicant's or agent's file reference: PCT99006TEL
International filing date: 21 December 1999 (21.12.99)	Priority date: 28 December 1998 (28.12.98)
Applicant: HAMA, Kiichi et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:
11 May 2000 (11.05.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer: J. Zahra Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	---

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

(51) 国際特許分類7 H01L 21/3065	A1	(11) 国際公開番号 WO00/41228 (43) 国際公開日 2000年7月13日(13.07.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/07176 (22) 国際出願日 1999年12月21日(21.12.99) (30) 優先権データ 特願平10/377509 1998年12月28日(28.12.98) JP 特願平10/377510 1998年12月28日(28.12.98) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 東京エレクトロン山梨株式会社 (TOKYO ELECTRON YAMANASHI LIMITED)[JP/J] 〒407-0003 山梨県韮崎市藤井町北下条281番地の1 Yamanashi, (JP) 科学技術振興事業団(JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY CORPORATION)[JP/J] 〒332-0012 埼玉県川口市本町4丁目1番8号 Saitama, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 浜 貴一(HAMA, Kiichi)[JP/J] 〒391-0013 長野県茅野市宮川4201 Nagano, (JP) 石原博之(ISHIHARA, Hiroyuki)[JP/J] 〒409-3851 山梨県中巨摩郡昭和町河西1051-1 ハイムリバーサイド306 Yamanashi, (JP)		北村彰規(KITAMURA, Akinori)[JP/J] 〒407-0043 山梨県韮崎市神山町鋸山218-17 エル・サイド3 311号 Yamanashi, (JP) (74) 代理人 亀谷美明, 外(KAMEYA, Yoshiaki et al.) 〒162-0065 東京都新宿区住吉町1-12 新宿曙橋ビル Tokyo, (JP) (81) 指定国 KR, US 添付公開書類 国際調査報告書
(54) Title: METHOD OF PLASMA PROCESSING (54) 発明の名称 プラズマ処理方法 (57) Abstract A plasma is generated from fluorocarbon-containing gas introduced into a process chamber of an etching device to etch a SiO ₂ layer deposited on a wafer. The contents of etchant and by-products in the plasma are measured by infrared laser absorption analysis. The measured contents are compared with predetermined contents of the etchant and by-products corresponding to an increase in aspect ratio of contact holes. The amount of O ₂ to be added is adjusted so that the measured contents may agree with the predetermined contents. The amount of O ₂ added to the process gas is continuously increased with the increase in the aspect ratio. Contact holes can be formed in the SiO ₂ layer without damage to the photoresist layer while preventing etch stops. <div data-bbox="925 1218 1461 1890"> </div>		

エッチング装置の処理室内に導入されたフルオロカーボンを含む処理ガスをプラズマ化し、処理室内のウェハに形成された SiO_2 膜層をエッチングする。赤外レーザ吸収分析法によりプラズマ中のエッチャントと副生成物の各含有量を測定する。測定された各含有量と、予め設定されたコンタクトホールのアスペクト比の増加に対応するエッチャントと副生成物の各含有量とを比較する。両含有量が同一になるように O_2 の添加量を調整する。処理ガスに添加される O_2 の添加量がアスペクト比の増加に応じて連続的に増加される。フォトリジスト膜層が損傷せず、かつエッチストップが発生せずに、 SiO_2 膜層にコンタクトホールを形成できる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カサフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャド
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドバ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサウ	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	MN	モンゴル	TT	トリニダード・トバゴ
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MR	モリタニア	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MW	マラウイ	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MX	メキシコ	US	米国
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MZ	モザンビーク	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	NE	ニジェール	VN	ベトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NL	オランダ	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NZ	ニュージーランド	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	PL	ポーランド	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	PT	ポルトガル		
CZ	チェコ	KG	キルギスタン	RO	ルーマニア		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮				
DK	デンマーク	KR	韓国				

158... CONTROL DEVICE

(57)要約

エッチング装置の処理室内に導入されたフルオロカーボンを含む処理ガスをプラズマ化し、処理室内のウェハに形成された SiO_2 膜層をエッチングする。赤外レーザ吸収分析法によりプラズマ中のエッチャントと副生成物の各含有量を測定する。測定された各含有量と、予め設定されたコンタクトホールのアスペクト比の増加に対応するエッチャントと副生成物の各含有量とを比較する。両含有量が同一になるように O_2 の添加量を調整する。処理ガスに添加される O_2 の添加量がアスペクト比の増加に応じて連続的に増加される。フォトリジスト膜層が損傷せず、かつエッチストップが発生せずに、 SiO_2 膜層にコンタクトホールを形成できる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャド
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドバ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサウ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モロッコ	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボワール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CN	中国	IN	インド	NZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CR	コスタ・リカ	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CU	キューバ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CY	キプロス	JP	日本	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CZ	チェコ	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
DE	ドイツ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DK	デンマーク	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
		KR	韓国	RO	ルーマニア		

明 細 書

プラズマ処理方法

技術分野

本発明は、プラズマ処理方法に関する。

5

背景技術

従来、気密な処理室内に上部電極と下部電極とを対向配置したプラズマエッチング装置が提案されている。当該装置で処理を行う場合には、まず下部電極上に被処理体、例えば半導体ウェハ（以下、「ウェハ」と称する。）を載置する。次いで、処理室内に処理ガスを導入すると共に、処理室内を真空引きし、処理室内を所定の減圧雰囲気

10 霧囲気に維持する。その後、例えば下部電極に高周波電力を印加する。かかる高周波電力の印加により、処理ガスが解離し、プラズマが生成される。その結果、ウェハにエッチング処理、例えばウェハに形成された所定層、例えば SiO_2 膜層に所定のコンタクトホール

15 ールが形成される。

また、上記 SiO_2 膜層にコンタクトホールを形成する場合には、処理ガスとして少なくとも CF （フルオロカーボン）系ガスと O_2 を含むガス、例えば C_4F_8 と CO と Ar と O_2 との混合ガスが用いられている。 C_4F_8 は、解離すると F^* （フッ素ラジカル）や CF^* （フルオロカーボンラジカル）などのラジカル、イオンおよび電子が生じる。また、 SiO_2 膜層は、それらの中のラジカルとイオンの競合反応によってエッチングされる。また、 C_4F_8 は、カーボン（ C ）を含むガスである。このため、処理時には、カーボンや

20

C F 系化合物など反応生成物が生成される。反応生成物は、 SiO_2 膜層上に形成されたフォトレジスト膜層、特にエッチングパターン開口部の肩部に付着、堆積する。その結果、肩部が上記反応生成物によってイオンの衝突から保護される。このため、パターンの開口部が広がらず、所定の狭小なコンタクトホールが形成される。

また、上記 O_2 は、エッチストップの発生を抑制するために処理ガスに添加されている。すなわち、 O_2 を処理ガスに添加すると、上記反応生成物を除去する作用があることが経験的に見出されている。従って、 O_2 を処理ガスに適量添加すれば、コンタクトホールの底部への上記反応生成物の堆積が軽減され、エッチストップの発生を防止できる。ただし、 O_2 を処理ガスに過剰に添加すると、コンタクトホール底部に堆積した反応生成物のみならず、フォトレジスト膜層に堆積した反応生成物も除去される。このため、上記肩部がエッチングされてパターンの開口径が広がってしまう。従って、エッチング処理時には、エッチストップの発生を防止し、かつフォトレジスト膜層の肩部の削れ量が比較的少量になる程度の O_2 を処理ガスに添加している。例えば、 C_4F_8 と CO と Ar の流量がそれぞれ 10 sccm (標準状態で $1.67 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$) と 50 sccm (標準状態で $8.33 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$) と 200 sccm (標準状態で $33.3 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$) である場合には、 5 sccm (標準状態で $0.833 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$) の O_2 を常時添加している。

また、従来、ウェハに対して高密度プラズマによりエッチング処理を施し、超微細なコンタクトホールを形成するエッチング方法が提案されている。しかし、かかるエッチング方法により、高アスペ

クト比のコンタクトホールを形成すると、電子シェーディングによるチャージングダメージが生じることがある。その結果、所望のコンタクトホールを形成することが困難になる。

ここで、第22図を参照しながら、電子シェーディング現象およびそれに伴うチャージングダメージについて説明する。なお、第22図は、ウェハWを示す概略的な断面図である。該ウェハWは、半導体基板1010上にSiO₂（酸化シリコン）膜層1012とフォトレジスト膜層1014が積層されている。また、第22図は、
5 フォトレジスト膜層1014に形成されたパターン1016に基づいてSiO₂膜層1012にコンタクトホール1018を形成している途中の状態を示している。
10

第22図に示すように、電子(e⁻)は、コンタクトホール1018のエッチングが進行し、アスペクト比が高くなるにつれてパターン1016の側壁に衝突する。これに対して、正イオン(I⁺)は、コンタクトホール1018の底部に対してほぼ垂直に入射する。
15 このため、パターン1016の側壁とコンタクトホール1018の上部内壁は、負電荷にチャージアップ（帯電）する。この負電荷は、電子にとって障壁として働く電場を形成する。従って、コンタクトホール1018の底部に対して垂直方向に小さい速度成分しか有していないような電子は、上記電場によって減速され、されに跳ね返されて、パターン1016の内部に入り込めなくなる。これが、電子シェーディング現象である。
20

そして、上記電子シェーディングが生じると、上述の如くコンタクトホール1018の底部には、電子に比べて正イオンが多く入射

5 する。このため、コンタクトホール 1018 の下部壁部（側壁）が正電荷にチャージアップする。その結果、例えば上記チャージアップによってエッチング種となるイオンの入射方向がコンタクトホール 1018 の側面方向に曲げられ、ノッチなどの形状異常を引き起こすなどの問題が生じる。これが、チャージングダメージである。

そこで、上部電極にプラズマを生成する高周波電力を間欠的に印加する。これにより、プラズマの電子温度が下がり、ラジカルを所定の状態にコントロールできる。さらに、上記高周波電力のオフ時にイオンシースが消滅した際に、ウェハWに印加されているバイアス電力によってコンタクトホール 1018 下部に負イオンおよび電子を引き込む。これにより、正電荷のチャージングが解消され、チャージングダメージが防止される。なお、電子温度とは、プラズマ中の電子の平均的熱運動エネルギーを表す尺度である。また、シースとは、プラズマ存在中にウェハWの周囲に形成される空間電荷層をいう。

10
15

しかしながら、例えば内径が略 0.18 μm 以下の超微細なコンタクトホールを形成する場合には、上述したエッチング方法によっても、チャージングダメージを防止できない。つまり、コンタクトホールのアスペクト比が大きくなるにつれて、電子シェーディング効果が一層顕著なものとなる。このため、コンタクトホールの下部壁部の正電荷のチャージ量も増える。その結果、処理ガスが解離して生じた負イオンによっては、上記正電荷を電氣的に中和することができない。また、電子は、等方的に入射する。このため、電子は、コンタクトホール下部にも到達するが、上記正電荷のチャージングを解消するまでには至らない。

20
25

本発明は、従来の技術が有する上記のような問題点に鑑みて成されたものである。本発明の第1の目的は、マスクパターンに損傷を与えることなく、エッチストップの発生を防止し、高アスペクト比のコンタクトホールを形成することが可能な、新規かつ改良された
5 プラズマ処理方法を提供することである。

また、本発明の第2の目的は、プラズマにより高アスペクト比のコンタクトホールを形成してもチャージングダメージが起こらず、所望のコンタクトホールを形成することが可能な、新規かつ改良されたプラズマ処理方法を提供することである。

10

発明の開示

上記課題を解決するために、本発明の第1の観点によれば、処理室内に導入された少なくともフルオロカーボンを含む処理ガスをプラズマ化して、処理室内に配置された被処理体に形成された酸化シリコン膜層に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において、
15 処理ガスには、酸素が間欠的に添加されることを特徴とする、プラズマ処理方法が提供される。

かかる構成によれば、酸素を処理ガスに間欠的に添加する。このため、例えば SiO_2 膜層をエッチングしてコンタクトホールを形成する際に、エッチストップの発生を防止できる量の O_2 を処理ガスに添加しても、 SiO_2 膜層上のフォトレジスト膜層およびその
20 肩部が損傷し難くなる。例えば、 C_4F_8 を含む処理ガスでエッチング処理を行う場合には、 O_2 の添加時に上記従来のエッチング方法よりも多くの O_2 を添加しても、 O_2 の無添加時にフォトレジスト膜層に反応生成物を堆積させることができる。このため、エッチ

ストップの発生を防止しながら、フォトレジスト膜層およびその肩部を保護できる。その結果、フォトレジスト膜層に形成されたパターンの開口径が広がらず、かつエッチストップが起こらないので、高アスペクト比のコンタクトホールを形成できる。

- 5 また、酸素を周期的（パルスの）に処理ガスに添加することが好ましい。かかる構成によれば、上記エッチストップの発生の防止と、反応生成物の堆積をより確実に行うことができる。さらに、 O_2 の添加制御を容易に行うことができる。

- 10 また、酸素の添加時間を酸素の無添加時間よりも相対的に短くすることが好ましい。かかる構成によれば、 O_2 の全導入量（投入量）を従来のような連続導入の場合の全導入量以下にしても、フォトレジスト膜層およびその肩部の損傷を最小限に止めながらエッチストップの発生を防止できる。

- 15 また、酸化シリコン膜層にコンタクトホールを形成する処理では、エッチストップがアスペクト比の増加に比例して起こりやすくなる。そこで、プラズマ処理によって酸化シリコン膜層にコンタクトホールを形成する場合に、酸素の添加量をコンタクトホールのアスペクト比の増加に応じて増加させることが好ましい。かかる構成によれば、エッチングの進行に伴ってアスペクト比が大きくなっても、エ
- 20 ッチストップの発生を確実に防止できる。また、アスペクト比が小さい処理初期には、 O_2 の添加量を少なくできる。このため、フォトレジスト膜層の損傷を防止できる。なお、本明細書、請求の範囲および図面中において、アスペクト比とは、コンタクトホールやフォトレジスト膜層に形成されたパターンの内径（幅） a と深さ（高

さ) b との比 (b/a) をいう。

また、アスペクト比の変化とプラズマの成分変化との関係を予め求め、プラズマの成分変化に応じて酸素の添加量を調整することが好ましい。アスペクト比の変化は、処理中には測定することが困難である。しかし、本発明を採用すれば、アスペクト比の変化に対応するプラズマの成分変化に基づいて O_2 の添加量を調整できる。その結果、上記アスペクト比の変化に応じた O_2 の添加量調整を容易かつ確実に行うことができる。

また、一般に、 O_2 をプラズマ安定化後から添加しても、上記エッチストップは、エッチングがある程度進行した後に起こるので、処理に影響を及ぼすことがない。

また、本発明の第2の観点によれば、処理室内に導入された少なくともフルオロカーボンを含む処理ガスをプラズマ化して、処理室内に配置された被処理体に形成された酸化シリコン膜層に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において、処理ガスには、酸素が添加されると共に、酸素の添加量を相対的に増減させることを特徴とする、プラズマ処理方法が提供される。

かかる構成によれば、処理ガスに添加する O_2 の添加量を相対的に増減させる。このため、上記第1の観点にかかる発明と同様に、 O_2 の添加量が相対的に多いときに、エッチストップの発生を防止できる。また、 O_2 の添加量が相対的に少ないときに、フォトレジスト膜層に反応生成物を堆積させて、フォトレジスト膜層を保護できる。その結果、高アスペクト比のコンタクトホールを形成できる。

また、酸素の添加量の増減を周期的に行うことが好ましい。かかる構成によれば、上記と同様に、エッチストップの発生の防止と、フォトリジスト膜層の保護を確実に行うことができる。さらに、 O_2 の添加量制御を容易に行うことができる。

- 5 また、酸素の添加量の増加時間を、酸素の添加量の減少時間よりも相対的に短くすることが好ましい。かかる構成によれば、上記と同様に、フォトリジスト膜層の損傷を最小限に止めながら、エッチストップの発生を防止できる。

- 10 また、プラズマ処理によって酸化シリコン膜層にコンタクトホールを形成する場合に、酸素の添加量をコンタクトホールのアスペクト比の増加に応じて増加させることが好ましい。かかる構成によれば、上記と同様に、処理に伴ってアスペクト比が大きくなっても、フォトリジスト膜を損傷させずにエッチストップの発生を確実に防止できる。

- 15 また、アスペクト比の変化とプラズマの成分変化との関係を予め求め、プラズマの成分変化に応じて酸素の添加量を調整することが好ましい。かかる構成によれば、上記と同様に、アスペクト比に応じた O_2 の添加量調整を容易かつ確実に行うことができる。

- 20 また、添加量の増減をプラズマの安定化後に行うことが好ましい。かかる構成によれば、プラズマを確実に生成することができる。さらに、プラズマの不安定性に起因するプロセスへの悪影響を生じさせることなく、エッチストップの発生を確実に防止できる。

また、本発明の第3の観点によれば、処理室内に導入された少な

くともフルオロカーボンを含む処理ガスをプラズマ化して、処理室内に配置された被処理体に形成された酸化シリコン膜層に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において、処理ガスには、酸素が添加されると共に、酸素の添加量は、酸化シリコン膜層に形成されたコンタクトホールのアスペクト比の増加に応じて増加されることを特徴とする、プラズマ処理方法が提供される。

かかる構成によれば、アスペクト比の増加に応じて O_2 の添加量が増加され、コンタクトホール底部に導入される O_2 量を増やすことができる。このため、アスペクト比の増加に伴うエッチストップの発生を確実に防止できる。また、アスペクト比が小さい時には O_2 の添加量が少なく、さらに O_2 の全投入量を従来よりも少なくできる。このため、フォトリジスト膜層およびその肩部の損傷を防止できる。

また、アスペクト比の変化とプラズマの成分変化との関係を予め求め、プラズマの成分変化に応じて酸素の添加量を調整することが好ましい。かかる構成によれば、上記と同様に、アスペクト比の増加に応じた O_2 の添加量調整を容易かつ確実に行うことができる。

また、酸素の添加量を連続的に増加させたり、段階的に増加させることが好ましい。かかる構成によれば、アスペクト比の増加に応じて所望の状態で O_2 を処理ガスに添加できる。

また、本発明の第4の観点によれば、処理室内に少なくともフルオロカーボンを含む処理ガスを導入し、処理室内に対向配置された第1電極と第2電極とにそれぞれ高周波電力を印加して処理ガスをプラズマ化し、第2電極に載置された被処理体に形成された酸化シ

リコン膜層に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において、第2電極に印加する高周波電力の周波数は、第1電極に印加する高周波電力の周波数よりも低く、第1電極には、高周波電力を間欠的に印加し、処理ガスには、酸素が間欠的に添加されることを特徴とする、プラズマ処理方法が提供される。

かかる構成によれば、第1電極に間欠的に印加した高周波電力がオン時に、処理ガスを解離させて電子や酸素の負イオンを生じさせることができる。また、第1電極に印加した高周波電力がオフ時、かつ第2電極に印加した高周波電力が正のサイクルの時に、上記電子および負イオンを SiO_2 膜層に形成されるコンタクトホール下部に引き込むことができる。その結果、コンタクトホールの下部壁部に生じた正電荷が、電子および負イオンにより電氣的に中和される。その結果、正電荷のチャージングが解消され、チャージングダメージを防止できる。なお、本明細書中において、正のサイクルとは、第2電極に印加した高周波電力の全サイクルのうち、処理室(処理容器)内の電子や負イオンが存在する部分の電位よりも、第2電極の電位の方が高いサイクルをいう。

また、処理ガスに O_2 を添加すると、フォトレジスト膜層やそのパターン肩部が削られて損傷することがある。しかし、本発明では、処理ガスに O_2 を間欠的に添加する。このため、上記損傷が生じ難く、所定のパターンに基づいてコンタクトホールを形成できる。さらに、処理ガスには、フルオロカーボン(CF)系ガスが含まれる。このため、所定のエッチングを行いながら、第1電極に間欠的に印加した高周波電力がオフ時に、フォトレジスト膜層およびパターン肩部に保護膜を形成できる。その結果、 O_2 添加による上記損傷を

さらに軽減できる。

また、酸素を周期的に処理ガスに添加することが好ましい。かかる構成によれば、上記酸素の負イオンの生成と保護膜の形成とをより確実に行うことができる。さらに、 O_2 の添加制御を容易に行う

5 ことができる。

また、酸化シリコン膜にコンタクトホールを形成する場合に、酸素の添加量をコンタクトホールのアスペクト比の増加に応じて増加させることが好ましい。上述したチャージングダメージは、エッチングが進行してアスペクト比が増加すると共に起こりやすくなる。

10 従って、そのアスペクト比の増加に応じて O_2 の添加量を増加させれば、エッチングが進行してもチャージングダメージを確実に防止できる。また、処理の初期には、 O_2 の添加量が少ない。その結果、フォトレジスト膜層およびパターン肩部の損傷を軽減できる。

また、本発明の第5の観点によれば、処理室内に少なくともフル
15 オロカーボンと酸素とを含む処理ガスを導入し、処理室内に対向配置された第1電極と第2電極とにそれぞれ高周波電力を印加して処理ガスをプラズマ化し、第2電極に載置された被処理体に形成された酸化シリコン膜層に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において、第2電極に印加する高周波電力の周波数は、第1電極に
20 印加する高周波電力の周波数よりも低く、第1電極には、高周波電力を間欠的に印加し、処理ガスへの酸素の添加量を増減させながら、プラズマ処理を行うことを特徴とする、プラズマ処理方法が提供される。

かかる構成によれば、処理ガス中に O_2 を添加する。その結果、

上記第4の観点にかかる発明と同様に、アスペクト比の増加に伴うチャージングダメージを防止できる。また、 O_2 の添加量の増加時には、酸素の負イオンの生成量を増やすことができる。さらに、 O_2 の添加量の減少時には、CF系ガスに基づく保護膜によりフォトレジスト膜層およびパターン肩部を保護できる。このため、チャージングダメージを解消しながら、所定パターニングを行うことができる。

また、本発明の第6の観点によれば、処理室内に少なくともフルオロカーボンと酸素とを含む処理ガスを導入し、処理室内に対向配置された第1電極と第2電極とにそれぞれ高周波電力を印加して処理ガスをプラズマ化し、第2電極に載置された被処理体に形成された酸化シリコン膜層に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において、第2電極に印加する高周波電力の周波数は、第1電極に印加する高周波電力の周波数よりも低く、第1電極には、高周波電力を間欠的に印加し、処理ガスへの酸素の添加量を増加させながら、プラズマ処理を行うことを特徴とする、プラズマ処理方法が提供される。

かかる構成によれば、 O_2 の添加量を増加させながら処理を行う。このため、処理初期には O_2 の添加量が少なく、さらに O_2 の全導入量（投入量）を連続導入の場合の全導入量以下に抑えることができる。その結果、フォトレジスト膜およびその肩部が損傷し難くなる。また、処理に伴って O_2 の添加量が増加され、さらに処理初期に O_2 の添加量を少なくした分をその後に添加できる。その結果、チャージングダメージを確実に防止できる。

また、酸化シリコン膜層にコンタクトホールを形成する場合に、酸素の添加量をコンタクトホールのアスペクト比の増加に応じて増加させることが好ましい。かかる構成によれば、上記と同様に、アスペクト比の増加に伴って酸素の負イオンをより多く生じさせることができる。その結果、チャージングダメージをより確実に防止で

5 ける。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明を適用可能なエッチング装置を示す概略的な断面図である。

10 第2図(a)は、 O_2 の添加によるエッチストップの解消現象の第1説を説明するための概略的な説明図である。第2図(b)は、 O_2 の添加によるエッチストップの解消現象の第2説を説明するための概略的な説明図である。

第3図は、第1図に示すエッチング装置に適用される O_2 の添加

15 量の制御構成を説明するための概略的な説明図である。

第4図は、他の O_2 の添加量の制御構成を説明するための概略的な説明図である。

第5図は、本発明を適用可能な他のエッチング装置を示す概略的な断面図である。

20 第6図(a)は、エッチング時間（コンタクトホールのアスペクト比）とエッチングレートとの関係を説明するための概略的な説明図である。第6図(b)は、エッチング時間（コンタクトホール

アスペクト比)とコンタクトホール底部の反応生成物等の堆積量との関係を説明するための概略的な説明図である。第6図(c)は、エッチング時間(コンタクトホールのアスペクト比)とプラズマ成分の含有量との関係を説明するための概略的な説明図である。

- 5 第7図(a)は、第6図(a)～第6図(c)に示す区間(A)でのコンタクトホールの形状を示す概略的な断面図である。第7図(b)は、第6図(a)～第6図(c)に示す区間(B)でのコンタクトホールの形状を示す概略的な断面図である。第7図(c)は、第6図(a)～第6図(c)に示す区間(C)でのコンタクトホール
- 10 ルの形状を示す概略的な断面図である。

第8図は、第5図に示すエッチング装置に適用される O_2 の添加量の制御構成を説明するための概略的な説明図である。

第9図は、他の O_2 の添加量の制御構成を説明するための概略的な説明図である。

- 15 第10図は、他の O_2 の添加量の制御構成を説明するための概略的な説明図である。

第11図は、他の O_2 の添加量の制御構成を説明するための概略的な説明図である。

- 第12図は、他の O_2 の添加量の制御構成を説明するための概略
- 20 的な説明図である。

第13図は、他の O_2 の添加量の制御構成を説明するための概略的な説明図である。

第14図は、本発明を適用可能な他のエッチング装置を示す概略的な断面図である。

第15図は、第14図に示すエッチング装置に適用される O_2 の供給構成を説明するための概略的な説明図である。

5 第16図は、チャージングダメージの解消理由を説明するための概略的な説明図である。

第17図は、チャージングダメージの解消理由を説明するための概略的な説明図である。

第18図は、他の O_2 の供給構成を説明するための概略的な説明
10 図である。

第19図は、他の O_2 の供給構成を説明するための概略的な説明図である。

第20図は、他の O_2 の供給構成を説明するための概略的な説明図である。

15 第21図は、他の O_2 の供給構成を説明するための概略的な説明図である。

第22図は、従来のエッチング方法で発生する電子シェーディングによるチャージングダメージを説明するための概略的な説明図である。

20 発明を実施するための最良の形態

以下に、添付図面を参照しながら、本発明にかかるプラズマ処理

方法をプラズマエッチング方法に適用した実施の形態について説明する。なお、以下の各実施の形態において、略同一の機能および構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより、重複説明を省略する。

5 (第1の実施の形態)

まず、本発明の第1の実施の形態について説明する。本実施の形態は、 O_2 を処理ガスに間欠的に添加することを特徴としている。以下、かかる構成について詳述する。

(1) エッチング装置の構成

- 10 本実施の形態を適用可能なエッチング装置100は、第1図に示すように構成されている。すなわち、エッチング装置100の処理室102は、導電性の気密な処理容器104内に形成されている。処理容器102の外部には、磁石122が設けられている。磁石122は、処理室102内に磁界（回転磁界）を形成する。
- 15 また、処理室102内には、導電性の下部電極106が配置されている。下部電極106は、ウェハWの載置台を兼ねている。また、下部電極106には、高周波電力を出力する高周波電源120が整合器118を介して接続されている。また、下部電極106上には、静電チャック108が設けられている。静電チャック108は、高
- 20 圧直流電源110から出力された高圧直流電圧の印加により、ウェハWを吸着保持する。さらに、下部電極106上には、フォーカスリング112が設けられている。フォーカスリング112は、静電チャック108上に載置されたウェハWの周囲を囲むように配置されている。

また、下部電極 106 の周囲には、バッフル板 114 が取り付けられている。バッフル板 114 には、複数の貫通孔 114a が形成されている。貫通孔 114a は、処理室 102 内と処理容器 104 内下方の空間とを連通している。に接続されている排気管 116 とが連通している。また、上記処理容器 104 内の下方の空間には、不図示の真空ポンプが排気管 116 を介して接続されている。

また、下部電極 106 の載置面に対向して、導電性の上部電極 124 が配置されている。上部電極 124 は、処理室 102 の天井部を構成し、処理容器 104 を介して接地されている。また、上部電極 124 には、多数のガス吐出孔 124a が形成されている。ガス吐出孔 124a には、第 1 および第 2 ガス供給管 126, 128 がガス拡散室 130 を介して接続されている。

第 1 ガス供給管 126 には、第 1 ～ 第 3 ガス供給源 136, 142, 148 が第 1 ～ 第 3 流量調整バルブ (マスフローコントローラ) 134, 140, 146 および第 1 ～ 第 3 開閉バルブ 132, 138, 144 を介して接続されている。なお、本実施の形態では、第 1 ガス供給源 136 は、 C_4F_8 を供給する。また、第 2 ガス供給源 142 は、CO を供給する。また、第 3 ガス供給源 148 は、Ar を供給する。

また、第 2 ガス供給管 128 には、第 4 ガス供給源 154 が第 4 流量調整バルブ 152 と第 4 開閉バルブ 150 を介して接続されている。また、第 4 ガス供給源 154 は、 O_2 を供給する。また、第 1 ～ 第 4 流量調整バルブ 134, 140, 146, 152 には、制御器 156 が接続されている。制御器 156 は、後述するように、

上記各ガスの流量を制御する。

(2) O_2 の添加によるエッチストップの解消現象

次に、第2図を参照しながら、処理ガスへの O_2 の添加によってエッチストップが起こらなくなる現象について説明する。発明者ら
5 の知見によれば、 O_2 の添加によってエッチストップが解消される理由としては、主に以下の2つの説が考えられる。

(a) 第1説

例えば、 O_2 が添加されていない C_4F_8 と CO と Ar の混合ガスを用いて、 Si （シリコン）基板200上に形成された SiO_2 膜層202に対してエッチング処理を施す。そして、第2図（a）に示すように、 SiO_2 膜層202にコンタクトホール204を形成
10 する。この際、正イオン（ I^+ ）は、シースにより加速され、コンタクトホール204内に入る。しかし、電子（ e^- ）は、コンタクトホール204に等方的に入射する。このため、コンタクトホール
15 204のホール径（内径）が小さくなると、コンタクトホール204内に入るものと入らないものとが生じる。その結果、コンタクトホール204内の下部側壁は、正（プラス）の電荷に帯電する。

正電荷のチャージ量がある程度以上になると、イオンがコンタクトホール204内に入り込めなくなる。このため、イオンがコンタクトホール204底面に到達しなくなる。その結果、ラジカルとイ
20 オンのバランスが崩れてしまい、エッチストップが生じる。ただし、コンタクトホール204内の下部側壁は、アスペクト比が小さい場合、ほとんど正電荷に帯電しない。その結果、ラジカルとイオンのバランスも崩れず、エッチストップは生じない。これに対して、ア

スペクトル比が大きい場合は、上述の如くイオンがコンタクトホール 204 底部に到達できない。その結果、イオンとラジカルとの比が変わり、エッチストップが生じる。

そこで、上記処理ガスに O_2 を添加すると、 O_2 が解離して O^* (酸素ラジカル) および負イオンが生じる。この O の負イオンがコンタクトホール 204 内に侵入すると、 O の負イオンや O^* の作用によって上記正電荷の帯電が解消する。従って、内径が略 $0.18 \mu m$ 以下のような非常に狭小なコンタクトホール 204 を形成する場合でも、イオンがコンタクトホール 204 底部に到達する。そして、イオンと C_xF_y ラジカルと SiO_2 とが適度なバランスで反応する。その結果、コンタクトホール 204 底部の SiO_2 膜層 202 が適度にエッチングされ、エッチストップの発生が防がれる。

(b) 第 2 説

堆積種は、入射の立体角が大きく、第 2 図 (b) に示すように、コンタクトホール 204 内の側壁上部に堆積しやすく、 CF_x ポリマー (堆積物) 210 が形成される。さらに、この CF_x ポリマー 210 にイオン (I^+) が衝突し、 C/F 比の高い成分がコンタクトホール 204 内下方にスパッタリングされていく。つまり、 CF_x ポリマー 210 がスパッタと再堆積を繰り返し、 C リッチな堆積物 (反応生成物) 212 が形成される。そして、この堆積物 212 は、微細コンタクトホール 204 での SiO_2 膜層 202 のエッチング速度低下の主な原因となる。従って、かかる原因を踏まえて、コンタクトホール 204 側壁を垂直に形成することが重要となる。

そこで、処理ガスに O_2 を添加すれば、上述の如く O_2 が解離し

て生成される O^* と、コンタクトホール204底部の堆積物212とが反応する。そして、該堆積物212は、例えば CO 、 CO_2 、 COF_x などとなってコンタクトホール204の外部に排出される。このため、コンタクトホール204底部に堆積していた難エッチング性の堆積物212が除去される。その結果、イオン210とラジカルとの比のエッチングバランスが適切になり、エッチストップの発生を防止できる。

以上説明した第1説あるいは第2説のいずれを採用するにせよ、処理ガスに O_2 を添加すれば、エッチストップを防止できる。しかしながら、上記エッチストップの発生を確実に防止するためには、コンタクトホール204のアスペクト比が大きくなる（狭小化）に伴って、 O_2 の添加量を増加させなければならない。しかし、上述した従来のエッチング方法のように、 O_2 を処理ガスに常時一定量添加したのでは、 SiO_2 膜層202上のフォトレジスト膜層206およびその肩部もエッチングされてしまう。そこで、本実施の形態は、後述の如く所定の間隔で O_2 の添加および無添加を交互に切り替えながら処理ガスに O_2 を添加する。さらに、添加時には、エッチストップの発生を確実に防止できる量の O_2 を処理ガスに添加する。かかる構成により、フォトレジスト膜層206およびその肩部が損傷することなく、高アスペクト比のコンタクトホール204の形成が可能になる。

(3) エッチング工程および O_2 の添加量制御構成

次に、第1図～第3図を参照しながら、本実施の形態の特徴であるエッチング工程および O_2 の添加量（流量）制御構成について説明する。

まず、第1図に示すように、ウェハWを、下部電極106の静電
チャック108上に載置して吸着保持する。この際、ウェハWは、
下部電極106を介して所定温度、例えば20℃に設定される。ま
た、ウェハWは、第2図に示すように、Si基板200上にSiO₂
5 膜層202が形成されている。さらに、SiO₂膜層202の上
面は、所定のパターンが形成されたフォトリジスト膜層206によ
って覆われている。また、第1図に示す処理室102の内壁面およ
び上部電極124の温度は、例えば60℃に設定されている。

次いで、制御器156は、第1～第3流量調整バルブ134、1
10 40、146を適宜調整する。かかる調整により、処理室102内
には、C₄F₈とCOとArから成る混合ガスがそれぞれ所定流量
で導入される。この際、C₄F₈の流量は、例えば10 sccm（標
準状態で $1.67 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$ ）に設定されている。また、C
Oの流量は、例えば50 sccm（標準状態で 8.33×10^{-7}
15 m^3/s ）に設定されている。また、Arの流量は、200 scc
m（標準状態で $33.3 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$ ）に設定されている。ま
た、第4流量調整バルブ152は、閉じられている。このため、O
₂の供給は、停止されている。また、処理室102内は、バッフル
板114の貫通孔114aと排気管116を介して真空引きされて
20 いる。このため、処理室102内の圧力は、例えば40 mTorr
（5.3 Pa）に維持されている。その後、下部電極106に対し
て、例えば13.56 MHzで1700 Wの高周波電力を印加する。
かかる電力の印加により、上部電極124と下部電極106との間
にプラズマが生成される。その結果、該プラズマ中のイオンやラジ
25 カルにより、SiO₂膜層202に所定のエッチング処理が施され

る。

また、上記プラズマの生成状態は、不図示のセンサによって監視されている。該センサは、例えばプラズマの発光スペクトルを検出し、プラズマの生成状態を監視する。また、制御器156は、センサからの情報が伝達されている。制御器156は、プラズマが安定化し、 SiO_2 膜層202に安定したエッチング処理が施されていると判断すると、所定のパルス電圧を第4流量調整バルブ152に印加する。第4流量調整バルブ152は、上記パルス電圧のオンの時にはバルブを開放して、 O_2 をガス拡散室130内に供給する。

10 また、第4流量調整バルブ152は、上記パルス電圧のオフの時には、バルブを閉じ、ガス拡散室130への O_2 の供給を停止する。その結果、 O_2 は、第3図に示すように、上記パルス電圧のオン、オフに同期してガス拡散室130内に滞在する処理ガスに添加される。そして、該処理ガスは、ガス吐出孔124aを介して、処理室

15 102内に供給される。

また、 O_2 の添加時の最大流量は、上記従来のエッチング方法での O_2 の流量よりも多く設定されている。本実施の形態では、かかる流量は、例えば10 s c c m（標準状態で $1.67 \times 10^{-7} \text{ m}^3 / \text{s}$ ）に設定されている。さらに、1周期当たりの O_2 の添加時間は、数ms～数10ms、例えば5ms～10msに設定されている。

20 また、 O_2 の無添加時間は、その O_2 の添加時間よりも長く設定されている。従って、 O_2 の添加時間が無添加時間に比べて非常に少ない。このため、常時 O_2 を添加したならばフォトレジスト膜層206が削られてしまう量の O_2 を処理ガスに添加しても、フォ

25 トレジスト膜層206にCF系化合物などの反応生成物（保護膜）

を形成することができる。その結果、損傷されやすいフォトレジスト膜層206の肩部が削られることがない。さらに、 O_2 の全導入量は、従来の連続導入の場合の全導入量以下である。このため、上記損傷の発生を確実に防止できる。

- 5 本実施の形態は、以上のように構成されている。かかる構成によれば、処理ガスに添加する O_2 の添加および無添加を所定周期で切り替える。このため、フォトレジスト膜層206に形成されているパターンを初期の状態に維持しながら、コンタクトホール204内部側壁部のチャージ現象を防止できる。さらに、コンタクトホール
- 10 底部204への反応生成物（堆積物）208、212の堆積を抑制できる。その結果、エッチストップの発生を防止できる。

（第2の実施の形態）

次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。本実施の形態は、 O_2 の添加量を相対的に増減させることを特徴としている。

- 15 まず、プラズマ生成前の処理室102内には、例えば C_4F_8 とCOとArから成る混合ガスを、それぞれ第1の実施の形態と同一の流量で導入する。従って、 C_4F_8 の流量は、10 s c c m（標準状態で $1.67 \times 10^{-7} m^3/s$ ）に設定されている。また、COの流量は、50 s c c m（標準状態で $8.33 \times 10^{-7} m^3/s$ ）
- 20 に設定されている。また、Arの流量は、200 s c c m（標準状態で $33.3 \times 10^{-7} m^3/s$ ）に設定されている。さらに、処理室102内には、上記第1の実施の形態とは異なり、例えば流量が5 s c c m（標準状態で $0.833 \times 10^{-7} m^3/s$ ）の O_2 も同時に導入する。この際、それら各ガスの流量は、制御器156が第

1 ～第4 流量調整バルブ 1 3 4, 1 4 0, 1 4 6, 1 5 2 に印加する電圧によって調整される。なお、本実施の形態では、プラズマ生成前から O_2 を処理ガスに添加する。しかし、 O_2 の添加量は、微量である。このため、プラズマの生成やフォトレジスト膜層 2 0 6 に影響を及ぼすことはない。

次いで、下部電極 1 0 6 に対して所定の高周波電力を印加し、処理室 1 0 2 内にプラズマを生成する。そして、制御器 1 5 6 は、上記第1 の実施の形態と同様に、プラズマが安定化したことを確認すると、制御器 1 5 6 から第4 流量調整バルブ 1 5 2 の開度を調整する。かかる調整により、ガス拡散室 1 3 0 内に導入される O_2 の流量が増減される。このため、処理ガスへの O_2 の添加量は、第4 図に示すように増減される。また、 O_2 の流量は、5 s c c m (標準状態で $0.833 \times 10^{-7} m^3/s$) と 1 0 s c c m (標準状態で $1.67 \times 10^{-7} m^3/s$) との間で増減が反復される。なお、1 0 s c c m (標準状態で $1.67 \times 10^{-7} m^3/s$) の高い流量の O_2 をガス拡散室 1 3 0 内に供給する時間は、数 m s ～数 1 0 m s, 例えば 5 m s ～1 0 m s に設定されている。これに対して、5 s c c m (標準状態で $0.833 \times 10^{-7} m^3/s$) の低い流量の O_2 をガス拡散室 1 3 0 内に供給する時間は、高い流量で O_2 を供給する時間よりも長く設定されている。

本実施の形態は、以上のように構成されている。かかる構成によれば、処理ガスに添加する O_2 の添加量を所定周期で増減させる。このため、 O_2 が処理ガス中に常時多く含まれることがない。その結果、フォトレジスト膜層 2 0 6 に形成されたパターンを初期の状態に維持しながら、エッチストップが発生せず、所定の高アスペク

ト比のコンタクトホール 204 を形成することができる。また、かかる構成によれば、 O_2 をプラズマ生成前後を通して処理ガスに添加する。このため、従来の処理プロセスと略同一の条件で処理を行うことができる。さらに、処理中には、 O_2 が処理ガスに常時添加
5 される。その結果、エッチストップの発生をより確実に防止することができる。

(第3の実施の形態)

次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。本実施の形態は、コンタクトホール 204 のアスペクト比の変化に対応するプラズマの成分変化に応じて O_2 の添加量を調整することを特徴とし
10 ている。

(1) エッチング装置の構成

まず、第5図を参照しながら、本実施の形態を適用可能なエッチング装置 300 について説明する。エッチング装置 300 の制御器
15 156 には、分析器 302 が接続されている。分析器 302 は、不図示の光源から出力され、処理室 102 内に生成されたプラズマ中を通過した赤外レーザ光を受光する。そして、分析器 302 は、受光した赤外レーザ光に基づき、例えば赤外レーザ吸収分光法 (IR-LAS) により処理室 102 内のプラズマの成分変化を測定する。
20 また、本実施の形態では、プラズマ中を通過した赤外レーザは、処理室 102 側壁に設けられた光透過性の検出窓 304 と、磁石 122 に設けられた貫通口 306 とを介して分析器 302 の受光部で受光される。その他の構成は、エッチング装置 100 と同一である。

(2) コンタクトホールのアスペクト比の変化とプラズマの成分変

化との関係

次に、第6図および第7図を参照しながら、コンタクトホール204のアスペクト比の変化とプラズマの成分変化との関係について説明する。

- 5 まず、 O_2 が添加されていない C_4F_8 と CO と Ar から成る処理ガスを用いてウェハWの SiO_2 膜層202にエッチング処理を行う場合について説明する。第6図(a)に示すように、所定のエッチング時間経過後、すなわち SiO_2 膜層202に形成されるコンタクトホール204のアスペクト比が所定の大きさ以上になるとエッチングレートが低下する。そして、最終的には、エッチングが進行しなくなる。
- 10

- この際、第6図(a)に示すように、実質的に一定のエッチングレートが確保される区間(A)では、 SiO_2 膜層202に第7図(a)に示すいわゆるマイクロレンチのコンタクトホール204
- 15 が形成される。また、エッチングが進行し、エッチングレートが低下する区間(B)では、 SiO_2 膜層202のエッチング状態が不安定となって、第7図(b)に示すようにコンタクトホール204の底部が凸凹形状になる。また、エッチングレートが実質的に0になる区間(C)では、第7図(c)に示すようにコンタクトホール
- 20 204底部に上述した反応生成物208や堆積物212(以下、「反応生成物等208、212」という。)が堆積する。さらに、区間(C)では、コンタクトホール204内部側壁部のチャージ現象によりエッチストップが起こる。

次に、エッチング時間(アスペクト比)とコンタクトホール20

4 底部の反応生成物等 208, 212 の堆積量との関係について着目して説明する。第 6 図 (b) に示すように、反応生成物等 208, 212 は、エッチング初期の段階、すなわちアスペクト比が小さい段階からコンタクトホール 204 底部に堆積する。ただし、区間

5 (A) 内での堆積量であれば、第 7 図 (a) に示すように所定のエッチングが行われる。また、反応生成物等 208, 212 が区間 (B) 内の堆積量になると、第 7 図 (b) に示すようにエッチングに影響を及ぼす。さらに、区間 (C) 内の堆積量、すなわち区間 (B) と区間 (C) との境のエッチストップ境界量以上になると、第 7 図 (c)

10 に示すようにエッチストップを引き起こす。

このように、アスペクト比 (エッチング時間) の増加と、エッチングレート、エッチング形状およびコンタクトホール 204 底部の反応生成物等 208, 212 の堆積量とは、密接な関係にある。従って、アスペクト比の増加に応じて O_2 の添加量を増加させれば、

15 エッチストップの発生を防止でき、かつ所望のエッチングレートおよびエッチング形状を得ることができる。また、アスペクト比が小さい処理初期には、 O_2 の添加量が少ない。このため、フォトレジスト膜層 206 およびパターン肩部の損傷を最小限に止めることができる。さらに、 O_2 の全導入量 (投入量) は、従来のような連続

20 導入の場合の全導入量以下にできる。このため、上記フォトレジスト膜層 206 の肩部の削れを確実に防止できる。また、処理初期で O_2 の添加量を少なくした分だけ、その後に O_2 を上記よりもさらに多く添加することができる。その結果、エッチストップの発生を確実に防止できる。

25 ただし、エッチング処理中には、実際のコンタクトホール 204

のアスペクト比を測定することは非常に困難である。そこで、本実施の形態では、アスペクト比の増加に対応して変化するプラズマの成分変化に基づいて O_2 の添加量を調整する。ここで、アスペクト比の増加とプラズマの成分変化との関係について説明する。第6図

- 5 (c)に示すように、上述した所定のエッチングが行われる区間(A)内では、プラズマ中のエッチャントである CF 、 CF_2 および CF_3 の総含有量(以下、「 CF 類総含有量」という。)は、一定である。また、 SiO_2 膜層202のエッチングにより生じた副生成物(バイプロダクト)の1つである SiF_2 の含有量も一定である。
- 10 る。また、エッチングが進行し難くなる区間(B)内では、 CF 類総含有量が増加すると共に、 SiF_2 の含有量が減少する。さらに、実質的にエッチングが進行しない区間(C)内では、 CF 類総含有量は一定となり、 SiF_2 の含有量はほぼゼロになる。

- このように、コンタクトホール204のアスペクト比およびエッチング形状の変化と、処理室102内のプラズマ中の CF 類総含有量および SiF_2 の含有量の変化とは、相関関係にある。従って、実際の処理時には、上記プラズマの成分変化を測定し、該成分変化に応じて処理ガスに添加する O_2 の添加量を調整すれば良い。その結果、アスペクト比およびエッチング形状に応じて O_2 の添加量を調整した場合とほぼ同様の制御を行うことができる。
- 15
- 20

(3) エッチング工程および O_2 の添加量制御構成

- 次に、第5図、第6図(c)および第8図を参照しながら、エッチング工程および O_2 の添加量制御構成について説明する。なお、上記第1の実施の形態と同一の工程については、重複説明を省略する。
- 25

分析器 302 には、不図示の光源から出力された赤外レーザ光が入力されている。赤外レーザ光は、エッチング処理の開始により処理室 102 内にプラズマが生成されると、該プラズマ中を通過する。分析器 302 は、赤外レーザ吸収分光法により、プラズマ中を通過した赤外レーザ光からプラズマに含まれる成分中の CF 、 CF_2 および CF_3 の各含有量と、 SiF_2 の含有量を求める。さらに、分光器 302 は、それら各含有量情報を制御器 156 に出力する。

また、制御器 156 には、第 6 図 (c) に示すアスペクト比の増加に応じたプラズマ中の CF 類総含有量および SiF_2 の含有量の変化情報が予め設定されている。従って、制御器 156 は、分析器 302 から入力された CF 、 CF_2 、 CF_3 の総含有量 (CF 類総含有量) および SiF_2 の含有量の変化時に O_2 の流量を調整する。すなわち、制御器 156 は、 CF 類総含有量が増加し、 SiF_2 の含有量が減少する時に O_2 の流量を調整する。かかる構成により、第 8 図に示すように、実質的にコンタクトホール 204 のアスペクト比の増加に応じて O_2 の添加量が連続的に増加される。その結果、コンタクトホール 204 底部への O_2 の導入量が増加される。このため、フォトリジスト膜層 206 およびその肩部が損傷せず、かつエッチストップが発生することがない。その結果、高アスペクト比のコンタクトホール 204 を形成することができる。

(第 4 の実施の形態)

次に、本発明の第 4 の実施の形態について説明する。本実施の形態は、上部電極 1108 にプラズマ生成用高周波電力を間欠的に印加しながら、処理ガスに O_2 を間欠的に添加することを特徴としている。

(1) エッチング装置の構成

まず、第14図を参照しながら、本実施の形態を適用可能なエッチング装置1100の構成について説明する。エッチング装置1100の処理室1102は、導電性の気密な処理容器1104内に形成されている。処理室1102内には、導電性の上部電極（第1電極）1108と下部電極（第2電極）1106とが対向配置されている。下部電極1106は、ウェハWの載置台を兼ねている。また、上部電極1108と処理容器1104との間には、絶縁部材1110が介装されている。また、上部電極1108には、高周波電源1114が整合器1112を介して接続されている。高周波電源1114は、所定周波数、例えば27MHzのプラズマ生成用の高周波電力を出力する。また、下部電極1106には、高周波電源1118が整合器1116を介して接続されている。高周波電源1118は、上部電極1108に印加する高周波電力よりも周波数が低く、かつプラズマが生成されない程度の周波数、例えば800kHzを有するバイアス用の高周波電力を出力する。

また、上部電極1108には、多数のガス吐出孔1108aが形成されている。ガス吐出孔1108aには、第1および第2ガス供給管1120、1140がガス拡散室1108bを介して接続されている。第1ガス供給管1120には、第1～第3ガス供給源1134、1136、1138が第1～第3流量調整バルブ（マスフローコントローラ）1128、1130、1132および開閉バルブ1122、1124、1126を介して接続されている。また、第2ガス供給管1140には、第4ガス供給源1146が第4流量調整バルブ144および開閉バルブ142を介して接続されている。

また、第1～第4流量調整バルブ1128、1130、1132、
1144には、制御器1148が接続されている。制御器1148
は、第1～第4流量調整バルブ1128、1130、1132、1
144を制御してガス流量を調整する。また、処理室1102下方
5 には、不図示の真空ポンプが排気管1150を介して接続されてい
る。

(2) エッチング工程

次に、第14図、第15図、第22図を参照しながら、本実施の
形態の特徴であるエッチング工程について説明する。

10 まず、第14図に示すように、ウェハWを、下部電極1106上
に載置する。この際、ウェハWは、下部電極1106を介して所定
温度、例えば20℃に設定される。また、処理室1102の内壁面
および上部電極1108の温度は、例えば60℃に設定されている。

次いで、制御器1148は、第1～第3流量調整バルブ1128、
15 1130、1132を適宜調整する。かかる調整により、処理室1
102内には、第1～第3ガス供給源1134、1136、113
8から処理ガス、例えば C_4F_8 とCOとArから成る混合ガスが
それぞれ所定の流量で導入される。この際、 C_4F_8 の流量は、例
えば11 sccm（標準状態で $1.83 \times 10^{-7} m^3/s$ ）に設定
20 されている。また、COの流量は、例えば50 sccm（標準状態
で $8.33 \times 10^{-7} m^3/s$ ）に設定されている。また、Arの流
量は、例えば200 sccm（標準状態で $33.3 \times 10^{-7} m^3/s$ ）
に設定されている。また、第4流量調整バルブ1144は、閉
じられている。このため、 O_2 の供給は、停止されている。また、

処理室 1102 内は、真空引きされている。このため、処理室 1102 内の圧力は、例えば 45 mTorr (6.0 Pa) に維持されている。

その後、上部電極 1108 に対して、所定周期でオン・オフを繰り返す例えば 27 MHz の高周波電力（以下、「パルス電力」という。）を印加する。かかる電力の印加により、処理室 1102 内に導入された処理ガスが解離してプラズマが生成される。また、下部電極 1106 に対して、例えば 800 kHz の連続波の高周波電力（以下、「バイアス電力」という。）を印加する。かかる電力の印加により、上記プラズマ中の電子、イオンおよびラジカルがウェハ W に引き込まれる。その結果、第 22 図に示すウェハ W の SiO₂ 膜層 1012 にコンタクトホール 1018 が形成される。

また、上記プラズマの生成状態は、不図示のセンサによって監視されている。また、該センサは、例えばプラズマの発光スペクトルを検出し、プラズマの生成状態を監視する。また、制御器 1148 には、センサからの情報が伝達されている。制御器 1148 は、プラズマが安定化し、SiO₂ 膜層 1012 に安定したエッチング処理が施されていると判断すると、所定のパルス電圧を第 4 流量調整バルブ 1144 に印加する。第 4 流量調整バルブ 1144 は、上記パルス電圧のオンの時にはバルブを開放して、第 4 ガス供給源 1146 から O₂ をガス拡散室 1108 b 内に供給する。また、第 4 流量調整バルブ 1146 は、上記パルス電圧のオフの時にはバルブを閉じて O₂ の供給を停止する。その結果、O₂ は、上記パルス電圧のオン・オフに同期してガス拡散室 1108 b 内の処理ガスに添加される。そして、該処理ガスは、ガス吐出孔 1108 a を介して処

理室 1 1 0 2 内に供給される。

また、 O_2 添加時の添加量（流量）は、第 1 5 図に示すように、
処理時間、すなわちエッチングの進行によるコンタクトホール 1 0
1 8 のアスペクト比の増加に応じて増加される。このアスペクト比
5 の変化は、エッチング時間とアスペクト比の増加との対応関係を予
め求めておき、制御器 1 1 4 8 において上記関係に基づいてエッチ
ング時間から判断される。かかる構成により、アスペクト比が小さ
い処理の初期段階では、 O_2 の添加量が少ない。このため、フォト
レジスト膜層 1 0 1 4 およびパターン 1 0 1 6 肩部が削られ難くな
10 る。その結果、所定のパターン 1 0 1 6 に基づいて SiO_2 膜層 1
0 1 2 に最適なエッチングを施すことができる。さらに、 O_2 の全
導入量（投入量）は、 O_2 を連続導入した場合の全導入量以下にで
きる。このため、フォトレジスト膜層 1 0 1 4 の肩部の削れを確実
に防止できる。また、アスペクト比が大きくなるにつれて O_2 の添
15 加量が増加される。このため、チャージングダメージを確実に解消
できる。

また、1 周期当たりの O_2 の添加時間は、数 $ms \sim$ 数 $10 ms$,
例えば $5 ms \sim 10 ms$ に設定されている。また、 O_2 の無添加時
間は、その O_2 の添加時間よりも長く設定されている。従って、 O
20 $_2$ の添加時間が、無添加時間に比べて非常に少ない。このため、常
時 O_2 を添加したならばフォトレジスト膜層 1 0 1 4 等を損傷する
量の O_2 を処理ガスに添加することができる。その結果、フォトレ
ジスト膜層 1 0 1 4 およびパターン 1 0 1 6 肩部が実質的に損傷す
ることがない。

(3) チャージングダメージの解消理由

次に、第16図および第17図を参照しながら、 O_2 添加によるチャージングダメージの解消理由について説明する。

処理時の上部電極1108と下部電極1106には、第16図に示すようにパルス電力とバイアス電力がそれぞれ印加されている。処理ガスに添加された O_2 は、パルス電力のオン時に C_4F_8 などと共に解離し、正イオンと負イオンとラジカルと電子が生成される。このうち、コンタクトホール1018下部にチャージアップした正電荷を解消する酸素の負イオンまたは電子は、パルス電力のオフ時
10 で、かつバイアス電力が正のサイクルの時(第16図中の斜線部分)に、コンタクトホール1018内に引き込まれる。

すなわち、酸素の負イオンは、バイアス電力が正のサイクルであっても、パルス電力がオンの時にウェハWとプラズマとの間に形成されるシースを通過することができない。その結果、酸素の負イオンは、コンタクトホール1018内に到達することができない。
15

これに対して、パルス電力がオフの時には、第17図に示すように、シースが消滅する。このため、バイアス電力が正のサイクルの時には、酸素の負イオン(I^-)および電子がコンタクトホール1018内に引き込まれ、該底部にまで到達する。その結果、コンタクトホール1018の下部壁部に帯電していた正電荷が、酸素の負イオンおよび電子によって電氣的に中和され、上記チャージングが解消される。これにより、アスペクト比が大きくなったコンタクトホール1018でも、 C_4F_8 から解離した正イオン(エッチング種)がコンタクトホール1018底面に対して垂直方向に入射する。
20

その結果、所定形状のコンタクトホール 1018 が形成される。

本実施の形態は、以上のように構成されている。かかる構成によれば、処理ガスに添加する O_2 の添加および無添加を所定周期で切り替え、かつ O_2 添加時の添加量をアスペクト比に応じて増加させる。このため、パターン 16 を初期の状態に維持しながら、コンタクトホール 18 下部壁部のチャージングを解消できる。その結果、所望の高アスペクト比のコンタクトホール 18 を形成できる。

(第 5 の実施の形態)

次に、本発明の第 5 の実施の形態について説明する。本実施の形態は、なお、本実施の形態は、上部電極 1108 にプラズマ生成用高周波電力を間欠的に印加させながら、処理ガスに添加する O_2 の添加量を相対的に増減させることを特徴としている。

すなわち、処理室 1102 内には、処理開始前から、例えば 5 s c c m (標準状態で $0.833 \times 10^{-7} m^3/s$) の流量の O_2 を添加した処理ガスを供給する。そして、所定の処理条件が整った後に、上部電極 1108 と下部電極 1106 に上記各高周波電力を印加し、ウェハ W にエッチング処理を施す。制御器 1148 は、プラズマが安定化したことを確認すると、第 4 流量調整バルブ 1144 の開度を処理経過時間、すなわちコンタクトホール 1018 のアスペクト比の増加に応じて調整する。この調整により、ガス拡散室 1108 b 内に導入される O_2 の流量が周期的に増減される。かかる構成により、第 18 図に示すように、アスペクト比の増加に応じて O_2 の添加量が段階的に増加される。なお、本実施の形態においては、高い流量の O_2 をガス拡散室 1108 b 内に供給する時間は、

数ms～数10ms，例えば5ms～10msに設定されている。
これに対して，低い流量の O_2 をガス拡散室1108b内に供給する時間は，高い流量で O_2 を供給する時間よりも長く設定されている。なお，その他の構成は，上述した第4の実施の形態と同様である。

5 本実施の形態は，以上のように構成されている。かかる構成によれば，処理中に O_2 が処理ガスに常時添加される。このため，より多くの酸素の負イオンを生成させることができ，チャージングの発生をより確実に防止できる。また， O_2 の添加量を増減させると共に，アスペクト比の増加に応じて増加させる。このため， O_2 の添加によるフォトレジスト膜層1014およびパターン1016肩部の損傷を最小限に止めることができる。

(第6の実施の形態)

次に，本発明の第6の実施の形態について説明する。本実施の形態は，上部電極1108にプラズマ生成用高周波電力を間欠的に印加しながら，処理ガスに添加する O_2 の添加量を連続的に増加させることを特徴としている。

すなわち，処理室1102内には， O_2 が添加されていない処理ガスを導入する。そして，上述した諸条件が整った後にプラズマを生成し，ウェハWにエッチング処理を施す。次いで，制御器1148は，プラズマが安定したことを確認すると，コンタクトホール1018のアスペクト比の増加に応じて第4流量調整バルブ1144に印加する電圧を増加させる。これにより，第19図に示すように，アスペクト比の増加に応じて処理ガスに添加される O_2 の添加量が

連続的に増加される。なお、その他の構成は、上述した第4の実施の形態と同様である。

5 本実施の形態は、以上のように構成されている。かかる構成によれば、 O_2 の添加量をアスペクト比の増加に応じて連続的に増加させる。このため、チャージングダメージをより確実に解消できる。また、処理ガスへの O_2 の全投入量がチャージングダメージの発生を防止するために必要な量よりも多くなならない。このため、フोटレジスト膜層1014の肩部の削れをより確実に防止できる。

10 以上、本発明の好適な実施の形態について、添付図面を参照しながら説明したが、本発明はかかる構成に限定されない。特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例および修正例に想到し得るものである。従って、それら変更例および修正例についても本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

15 例えば、上記第1および第2の実施の形態において、所定の周期ごとに一定量の O_2 を間欠的に、あるいは増減させながら処理ガスに添加する構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されない。例えば、上記第3の実施の形態と同様にアスペクト比の増加、すなわちプラズマの成分変化に応じて O_2 の添加量を増加させながら、第9図に示すように O_2 を間欠的（パルスの）に添加し
20 ても良い。また、第10図に示すように、 O_2 をパルスのに増減させて添加しても良い。また、第11図に示すように、 O_2 を曲線的に増減させて添加しても良い。その結果、上記第3の実施の形態と同様の効果を奏することができる。さらに、上記プラズマの成分変

化に応じて、第13図に示すように O_2 の添加量を連続的かつ直線的に増加させても、上記と同様の効果を奏することができる。

また、上記第3の実施の形態において、 O_2 の添加量を連続的に増加させる構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されない。例えば、第12図に示すように、プラズマの成分変化
5 に応じて O_2 の添加量を段階（多段階）的に増加させる構成を採用しても、上記と同様の効果を奏することができる。

また、上記第3の実施の形態において、プラズマの成分変化に基づいて O_2 の添加量を調整する構成を例に挙げて説明したが、本発
10 明はかかる構成に限定されない。すなわち、 O_2 以外の処理ガスの流量や、処理室内の圧力や、電極に印加する高周波電力や、電極や処理室内壁の温度などもプラズマの成分変化に応じて調整することができる。

また、上記第3の実施の形態において、プラズマの成分変化を赤
15 外レーザー吸収分析法により測定する構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されない。例えば、レーザー誘起蛍光法（LIF）や、発光分光法（OES）や、四重極質量分析法などによりプラズマ成分の含有量を求めても、本発明を実施することができる、
さらに、プラズマの電位や温度の変化に基づいて O_2 の添加量を調
20 整することもできる。

また、上記第3の実施の形態において、実測したプラズマの成分変化に応じて O_2 の添加量を調整する構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されない。コンタクトホールのアスペクト比の増加とエッチング時間との関係を予め求めておき、該エッチ

ング時間の経過に応じて O_2 の添加量を増加させる構成を採用しても本発明を実施することができる。

5 また、上記第1～第3の実施の形態において、下部電極に高周波電力を印加するエッチング装置を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されない。例えば、上部電極と下部電極の両方や、上部電極に高周波電力を印加する構成を有するプラズマ処理装置にも本発明を適用することができる。また、本発明は、上記磁石を備えたエッチング装置のみならず、その様な磁石を備えていないプラズマ処理装置にも適用することができる。

10 また、上記第4～第6の実施の形態において、コンタクトホールのアスペクト比の増加をエッチング時間から判断する構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されない。例えば、まず、処理室内のプラズマの成分変化とアスペクト比の増加との関係を予め求めておく。そして、処理時には、測定されたプラズマの成分変化からアスペクト比の増加を判断する構成を採用しても本発明
15 を実施することができる。

20 また、上記第4～第6の実施の形態において、アスペクト比の増加に応じて所定の周期ごとに一定量の O_2 を間欠的に、あるいは増減させながら処理ガスに添加する構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されない。例えば、アスペクト比の増加に応じて処理ガスに添加する O_2 の添加量を増加させる際に、第20図に示すように曲線的に増減させても良い。あるいは、第21図に示すように、段階的（多段階的）に増加させても良い。かかる構成を採用すれば、上記実施の形態と同様の効果を奏することができる。

また、上記第4～第6の実施の形態において、プラズマの安定化後に O_2 の添加、無添加の切り替えを行ったり、 O_2 の添加量を増減させる構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されない。例えば、チャージングダメージが起こる直前から上記 O_2 の添加、無添加の切り替えを行っても良い。また、 O_2 の添加量を増減または増加させても良い。本発明は、かかる構成を採用しても実施できる。

また、上記第1～第6の実施の形態において、処理ガスとして C_4F_8 とCOとArの混合ガスに O_2 を添加する構成を例に挙げ説明したが、本発明はかかる構成に限定されない。本発明は、少なくともフルオロカーボンを含む処理ガスであれば、他の処理ガスに O_2 を添加しても実施できる。

また、上記第1～第6の実施の形態において、ガス拡散室において処理ガスに O_2 を添加する構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されない。本発明は、 O_2 を処理室内に直接供給しても実施できる。

また、上記第1～第6の実施の形態において、 O_2 の流量（添加量）を、電圧で開度を調整する流量調整バルブで行う構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されない。本発明は、 O_2 の流量を調整できれば、他の供給量調整手段を用いても実施できる。

また、上記第1～第6の実施の形態において、プラズマの状態を光学センサで検出する構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されない。本発明は、例えば予めプラズマが安定する

時間を求めておき、実際の処理時にはその時間に基づいて O_2 の供給量制御を行っても実施できる。

- また、上記第4～第6の実施の形態において、上部電極に高周波電力を間欠的に印加し、下部電極に連続波の高周波電力を印加する構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されない。本発明は、例えば被処理体を載置する第2電極に、上記各高周波電力の両方を印加しても実施できる。また、本発明は、処理室内に磁界が形成されるプラズマ処理装置にも適用することができる。

- 本発明によれば、 O_2 を間欠的に処理ガスに添加しながら、あるいは O_2 の添加量を相対的に増減させながら処理を行う。このため、エッチングマスクの損傷を最小限に止めることができる。さらに、例えばコンタクトホール底部に堆積した反応生成物を除去し、コンタクトホール内壁面のチャージング現象の発生を防止して、エッチストップの発生を防止することができる。その結果、超微細な高アスペクト比のコンタクトホールを所望の形状で形成することができる。また、アスペクト比の増加に応じて O_2 の添加量を増加させながら処理を行うことができる。その結果、エッチストップの発生をより確実に防止できる。さらに、 O_2 の全投入量を削減できるのでエッチングマスクが損傷することがない。

- また、本発明によれば、コンタクトホールの底部に酸素の負イオンを導入することができる。このため、高密度プラズマにより高アスペクト比のコンタクトホールを形成する場合でも、コンタクトホール下部壁部の正電荷のチャージングの発生を防止できる。その結果、所望のコンタクトホールを形成できる。

産業上の利用の可能性

本発明は、半導体製造装置、特にエッチング装置などのプラズマ処理装置に利用することが可能である。

請 求 の 範 囲

(1) 処理室内に導入された少なくともフルオロカーボンを含む処理ガスをプラズマ化して、前記処理室内に配置された被処理体に形成された酸化シリコン膜層に対してプラズマ処理を施すプラズマ

5 処理方法において、

前記処理ガスには、酸素が間欠的に添加されることを特徴とする、プラズマ処理方法。

(2) 前記酸素は、周期的に前記処理ガスに添加されることを特徴とする、請求の範囲第1項に記載のプラズマ処理方法。

10 (3) 前記酸素の添加時間は、前記酸素の無添加時間よりも相対的に短いことを特徴とする、請求の範囲第1項に記載のプラズマ処理方法。

(4) 前記酸化シリコン膜層には、コンタクトホールが形成され、前記酸素の添加量は、前記コンタクトホールのアスペクト比の増加に応じて増加されることを特徴とする、請求の範囲第1項に記載のプラズマ処理方法。

15

(5) 前記アスペクト比の変化と前記プラズマの成分変化との関係を予め求め、前記プラズマの成分変化に応じて前記酸素の添加量を調整することを特徴とする、請求の範囲第4項に記載のプラズマ

20 処理方法。

(6) 前記酸素の添加は、前記プラズマの安定化後に行われることを特徴とする、請求の範囲第1項に記載のプラズマ処理方法。

(7) 処理室内に導入された少なくともフルオロカーボンを含む処理ガスをプラズマ化して、前記処理室内に配置された被処理体に形成された酸化シリコン膜層に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において、

- 5 前記処理ガスには、酸素が添加されると共に、前記酸素の添加量を相対的に増減させることを特徴とする、プラズマ処理方法。

(8) 前記酸素の添加量の増減は、周期的に行われることを特徴とする、請求の範囲第7項に記載のプラズマ処理方法。

- 10 (9) 前記酸素の添加量の増加時間は、前記酸素の添加量の減少時間よりも相対的に短いことを特徴とする、請求の範囲第7項に記載のプラズマ処理方法。

(10) 前記酸化シリコン膜層には、コンタクトホールが形成され、

- 15 前記酸素の添加量は、前記コンタクトホールのアスペクト比の増加に応じて増加されることを特徴とする、請求の範囲第7項に記載のプラズマ処理方法。

- 20 (11) 前記アスペクト比の変化と前記プラズマの成分変化との関係を予め求め、前記プラズマの成分変化に応じて前記酸素の添加量を調整することを特徴とする、請求の範囲第10項に記載のプラズマ処理方法。

(12) 前記添加量の増減は、前記プラズマの安定化後に行われることを特徴とする、請求の範囲第7項に記載のプラズマ処理方法。

(13) 処理室内に導入された少なくともフルオロカーボンを含

む処理ガスをプラズマ化して、前記処理室内に配置された被処理体に形成された酸化シリコン膜層に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において、

- 5 前記処理ガスには、酸素が添加されると共に、前記酸素の添加量は、前記酸化シリコン膜層に形成されたコンタクトホールのアスペクト比の増加に応じて増加されることを特徴とする、プラズマ処理方法。

- (14) 前記アスペクト比の変化と前記プラズマの成分変化との関係を予め求め、前記プラズマの成分変化に応じて前記酸素の添加量10を調整することを特徴とする、請求の範囲第13項に記載のプラズマ処理方法。

- (15) 前記酸素の添加量は、連続的に増加されることを特徴とする、請求の範囲第13項に記載のプラズマ処理方法。

- 15 (16) 前記酸素の添加量は、段階的に増加されることを特徴とする、請求の範囲第13項に記載のプラズマ処理方法。

- (17) 処理室内に少なくともフルオロカーボンを含む処理ガスを導入し、前記処理室内に対向配置された第1電極と第2電極とにそれぞれ高周波電力を印加して前記処理ガスをプラズマ化し、前記第2電極に載置された被処理体に形成された酸化シリコン膜層に対して20プラズマ処理を施すプラズマ処理方法において：

前記第2電極に印加する前記高周波電力の周波数は、前記第1電極に印加する前記高周波電力の周波数よりも低く；

前記第1電極には、前記高周波電力を間欠的に印加し；

前記処理ガスには、酸素が間欠的に添加されること；

を特徴とする、プラズマ処理方法。

(18) 前記酸素は、周期的に前記処理ガスに添加されることを特徴とする、請求の範囲第17項に記載のプラズマ処理方法。

(19) 前記酸化シリコン膜には、コンタクトホールが形成され、
5 前記酸素の添加量は、前記コンタクトホールのアスペクト比の増加に応じて増加されることを特徴とする、請求の範囲第17項に記載のプラズマ処理方法。

(20) 処理室内に少なくともフルオロカーボンと酸素とを含む
10 処理ガスを導入し、前記処理室内に対向配置された第1電極と第2電極とにそれぞれ高周波電力を印加して前記処理ガスをプラズマ化し、前記第2電極に載置された被処理体に形成された酸化シリコン膜層に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において：

前記第2電極に印加する前記高周波電力の周波数は、前記第1電極に印加する前記高周波電力の周波数よりも低く；

15 前記第1電極には、前記高周波電力を間欠的に印加し；

前記処理ガスへの前記酸素の添加量を増減させながら、前記プラズマ処理を行うこと；

を特徴とする、プラズマ処理方法。

(21) 処理室内に少なくともフルオロカーボンと酸素とを含む
20 処理ガスを導入し、前記処理室内に対向配置された第1電極と第2電極とにそれぞれ高周波電力を印加して前記処理ガスをプラズマ化し、前記第2電極に載置された被処理体に形成された酸化シリコン膜層に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において：

前記第2電極に印加する前記高周波電力の周波数は、前記第1電

極に印加する前記高周波電力の周波数よりも低く；

前記第1電極には、前記高周波電力を間欠的に印加し；

前記処理ガスへの前記酸素の添加量を増加させながら、前記プラズマ処理を行うこと；

5 を特徴とする、プラズマ処理方法。

(22) 前記酸化シリコン膜層には、コンタクトホールが形成され、

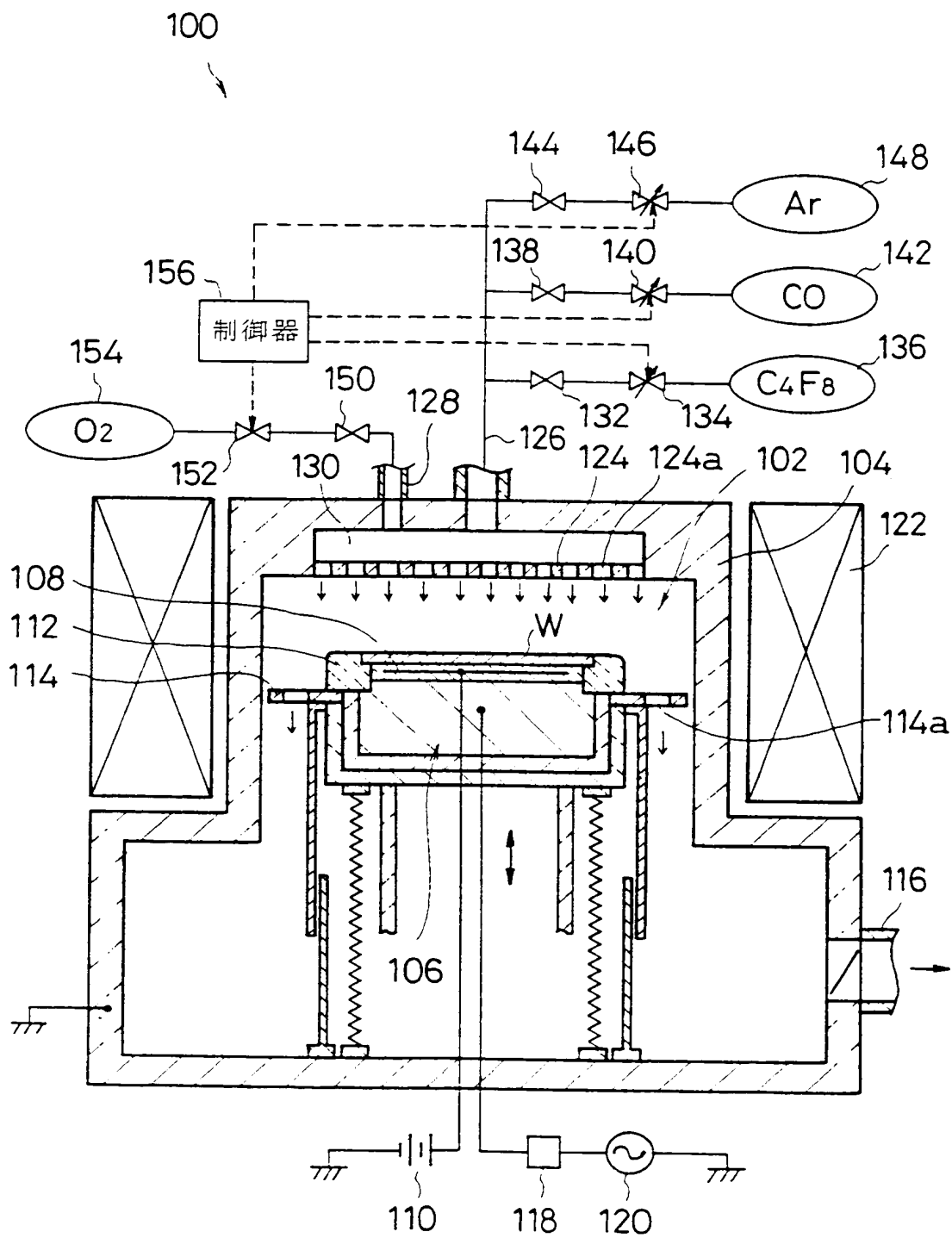
前記酸素の添加量は、前記コンタクトホールのアスペクト比の増加に応じて増加されることを特徴とする、請求の範囲第21項に記

10 載のプラズマ処理方法。



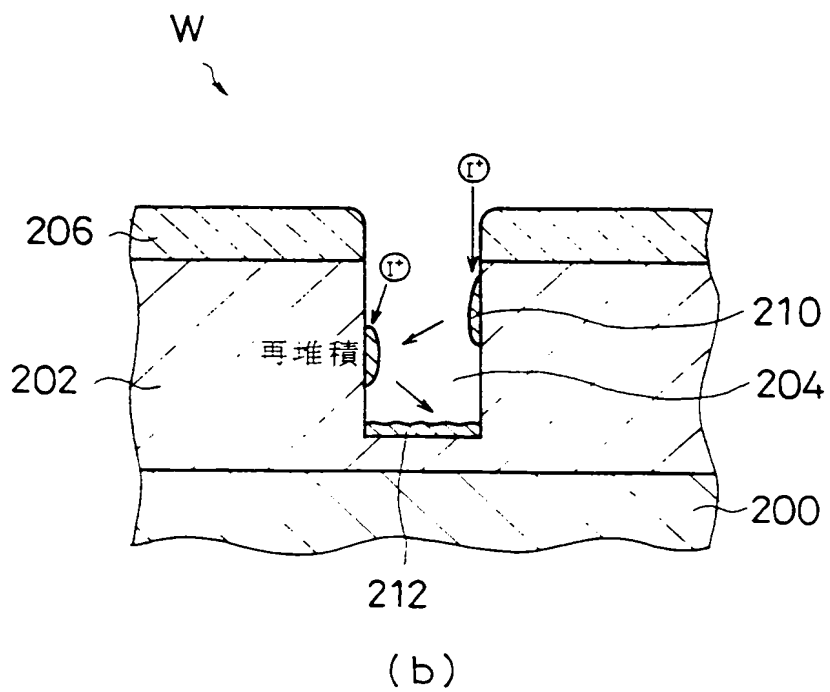
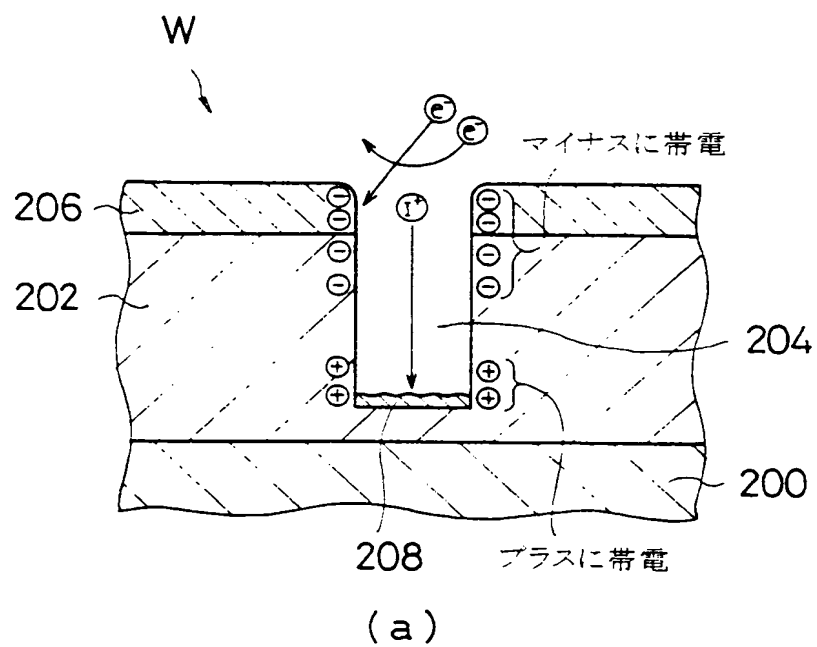
1/23

第1図





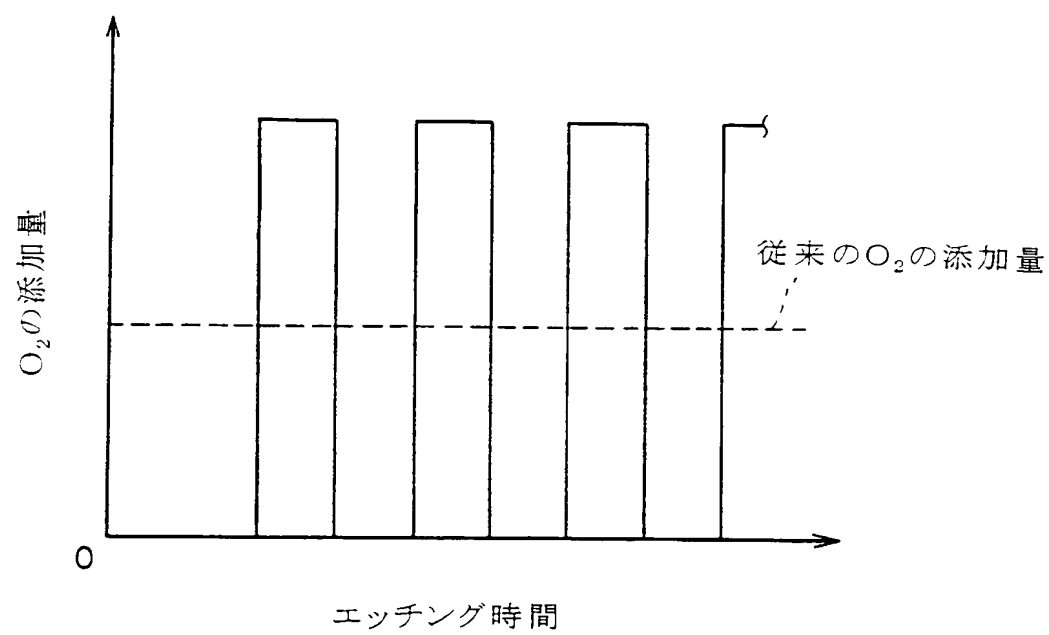
第2図





3/23

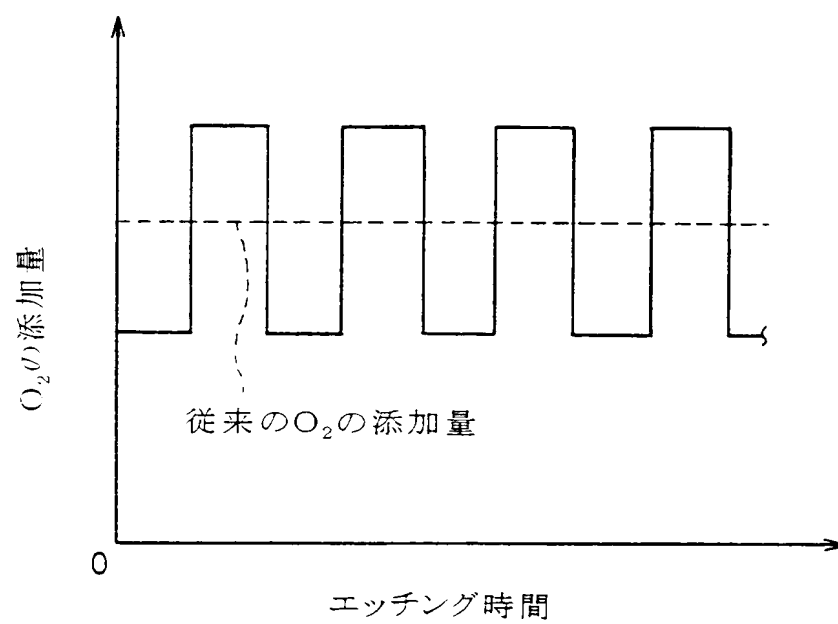
第3図





4,23

第4図

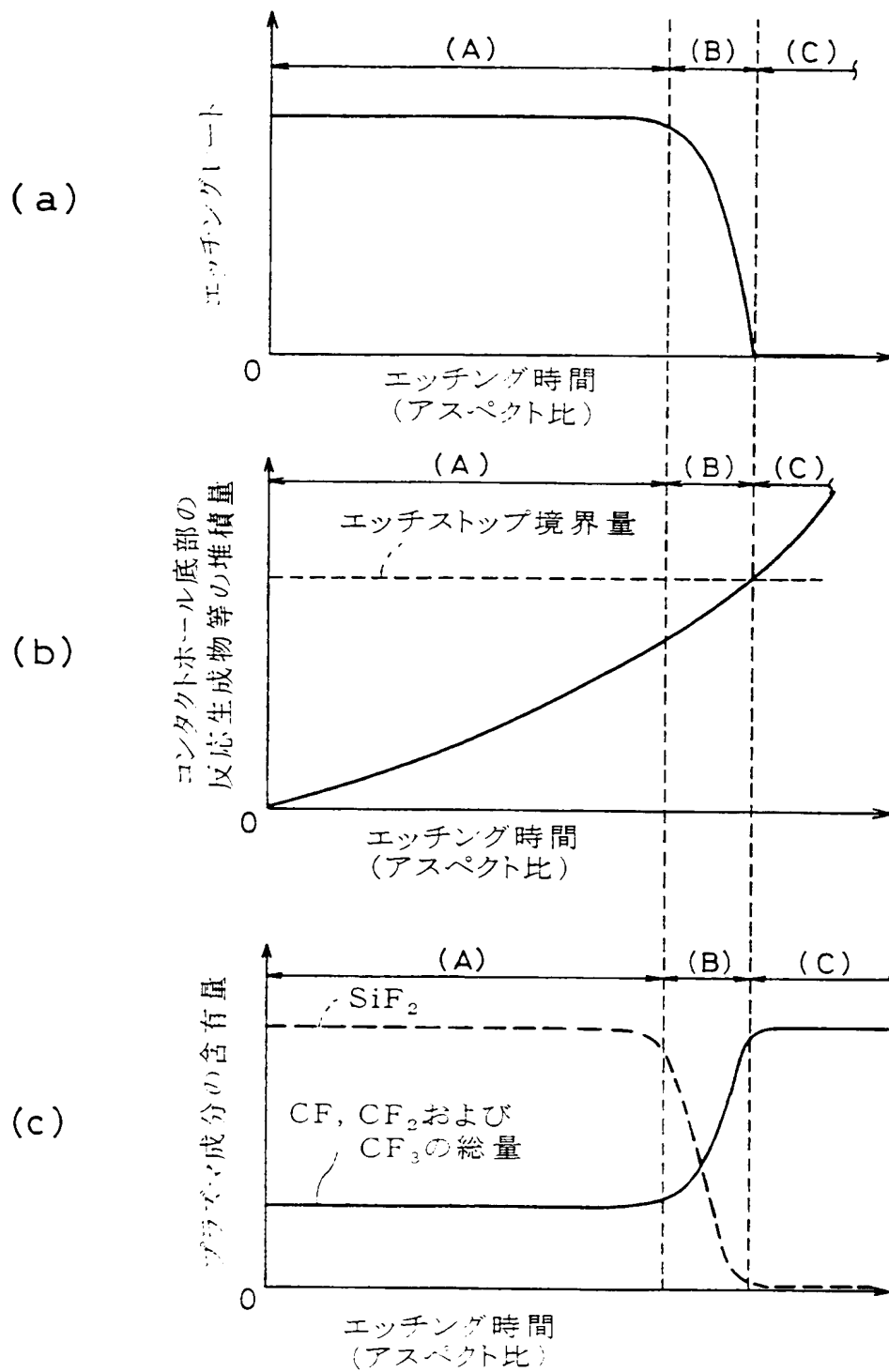






6/23

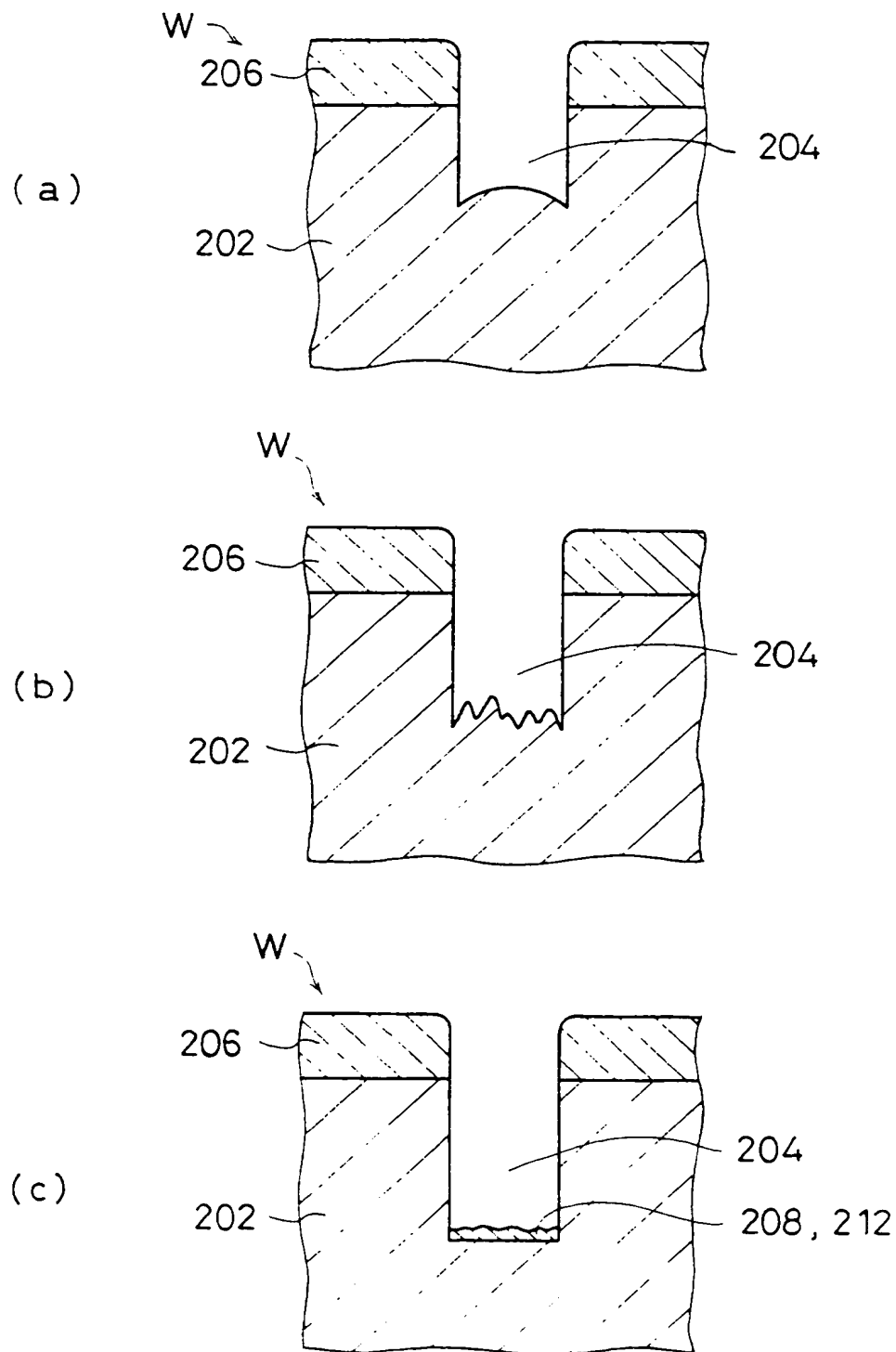
第6図





7 23

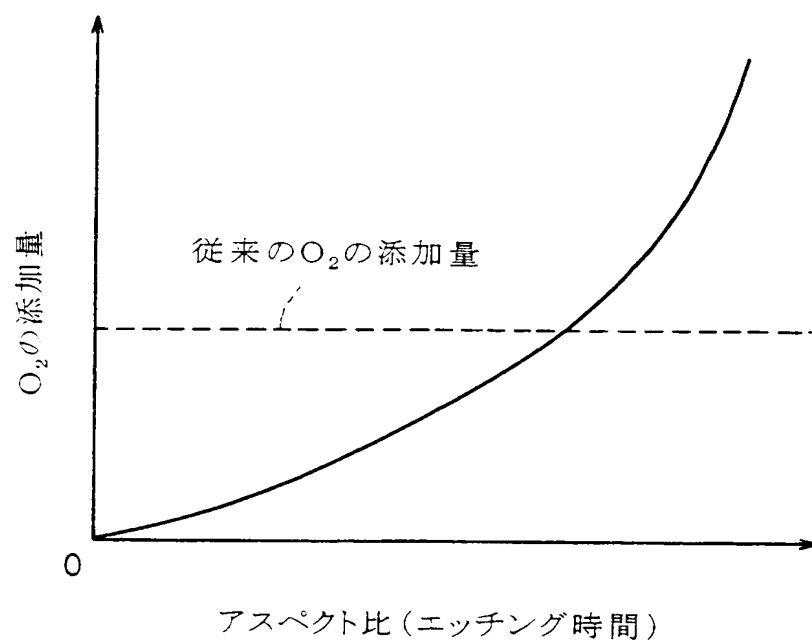
第 7 図





8/23

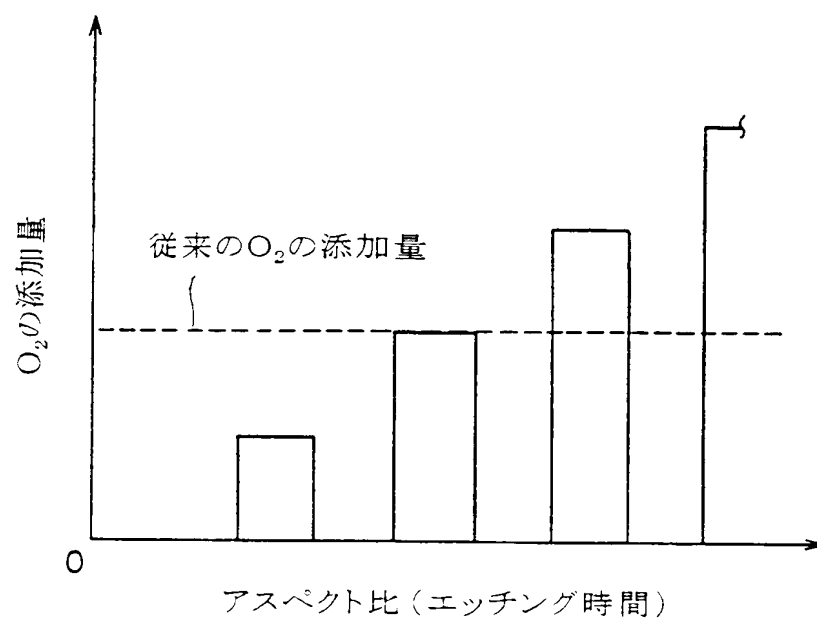
第8図





9/23

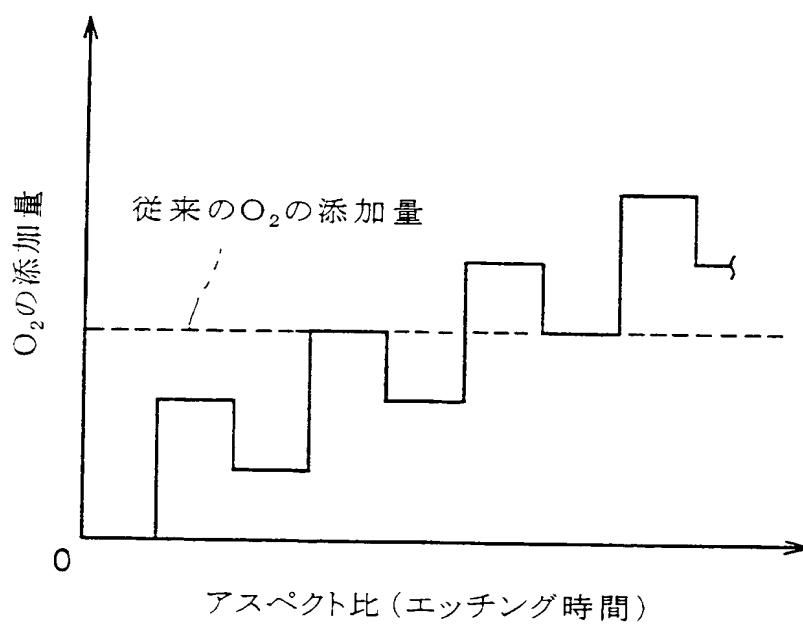
第9図





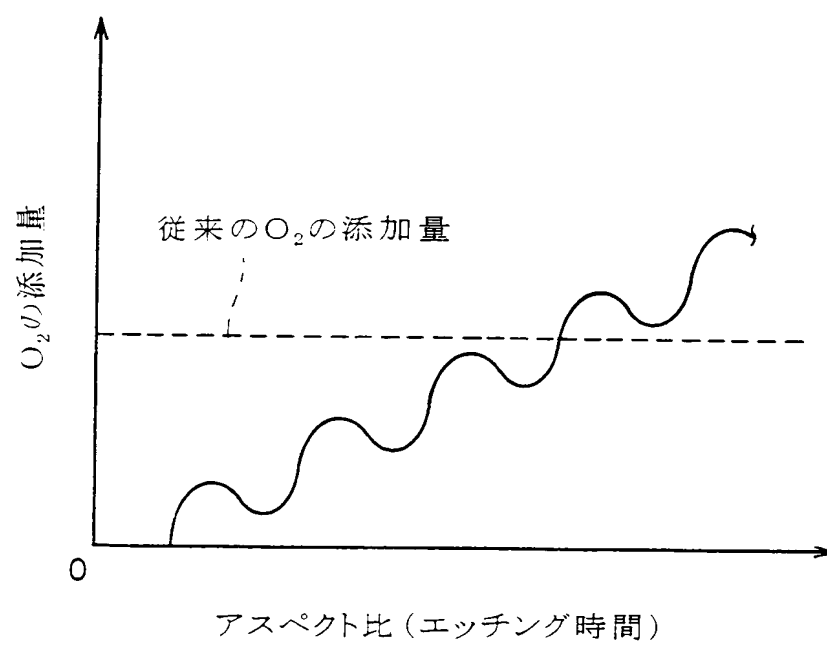
10/23

第10図





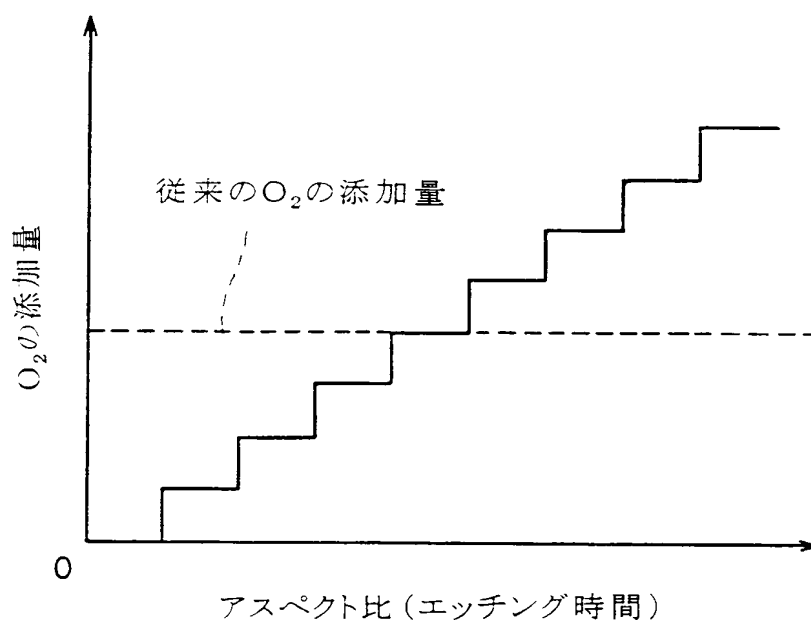
第11図





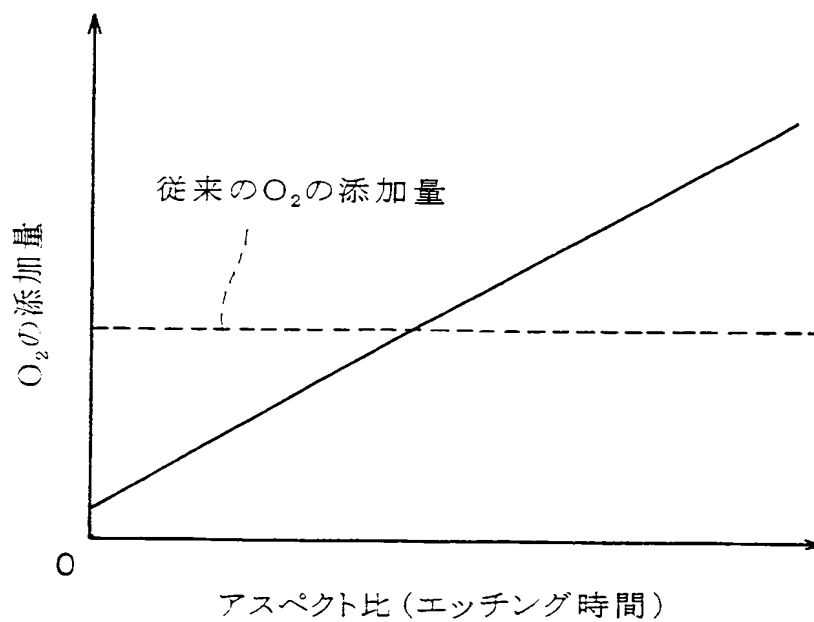
12/23

第12図





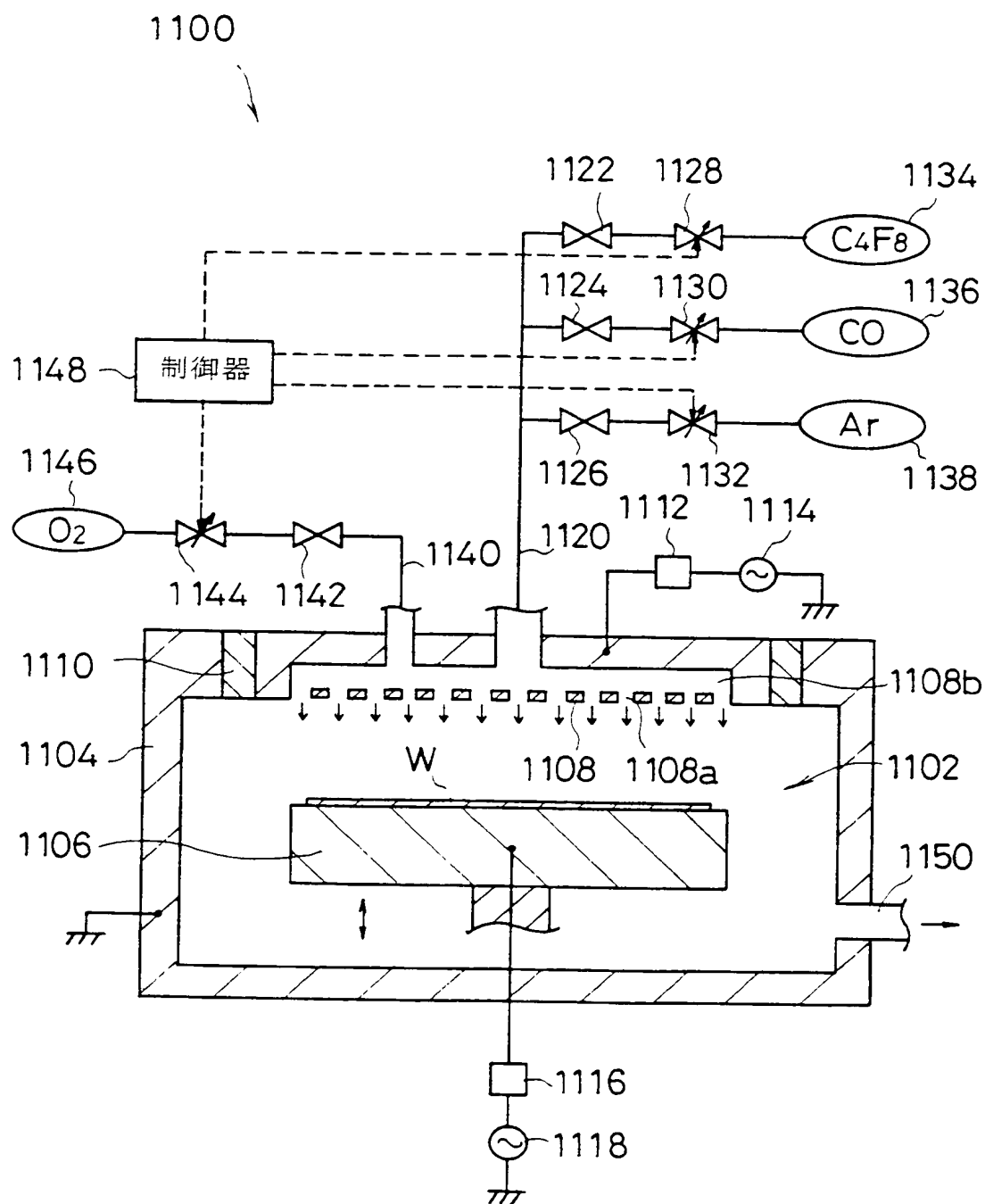
第13図





14, 23

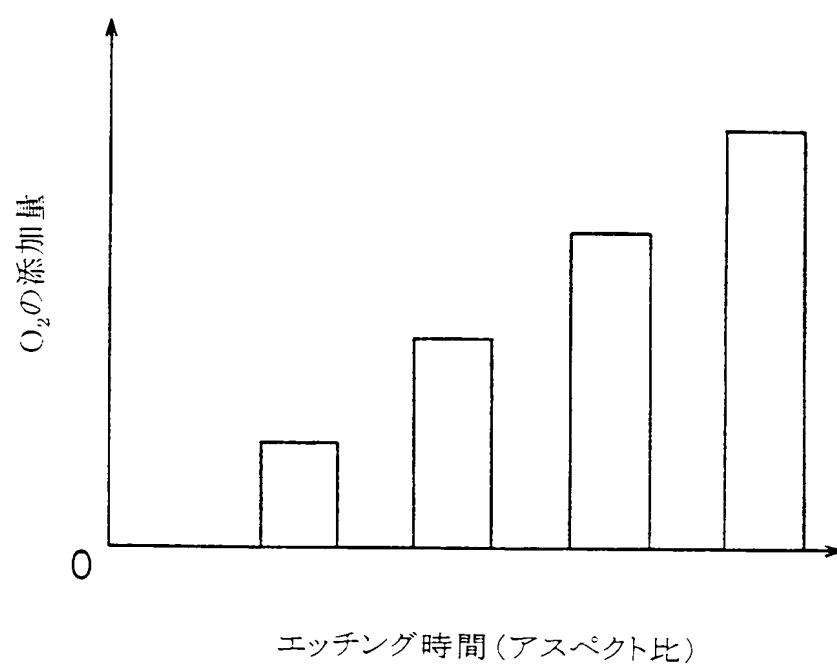
第14図





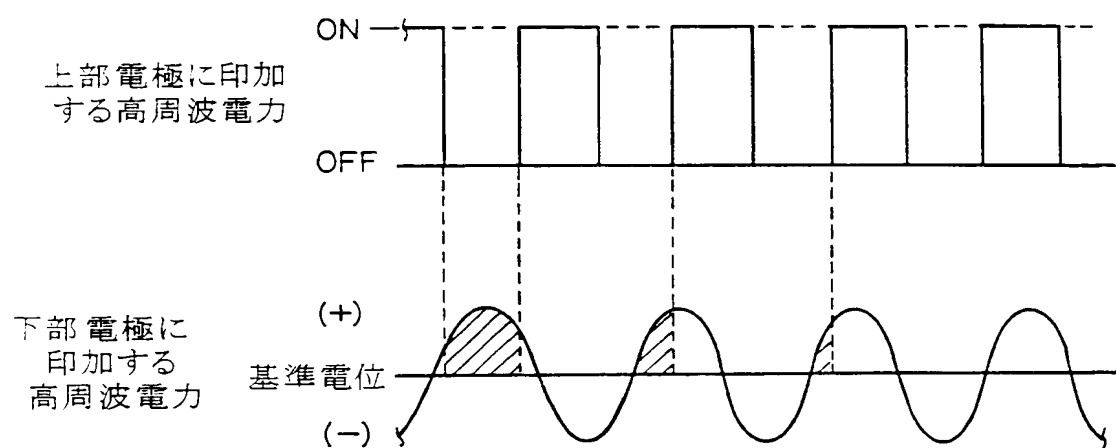
15/23

第15図



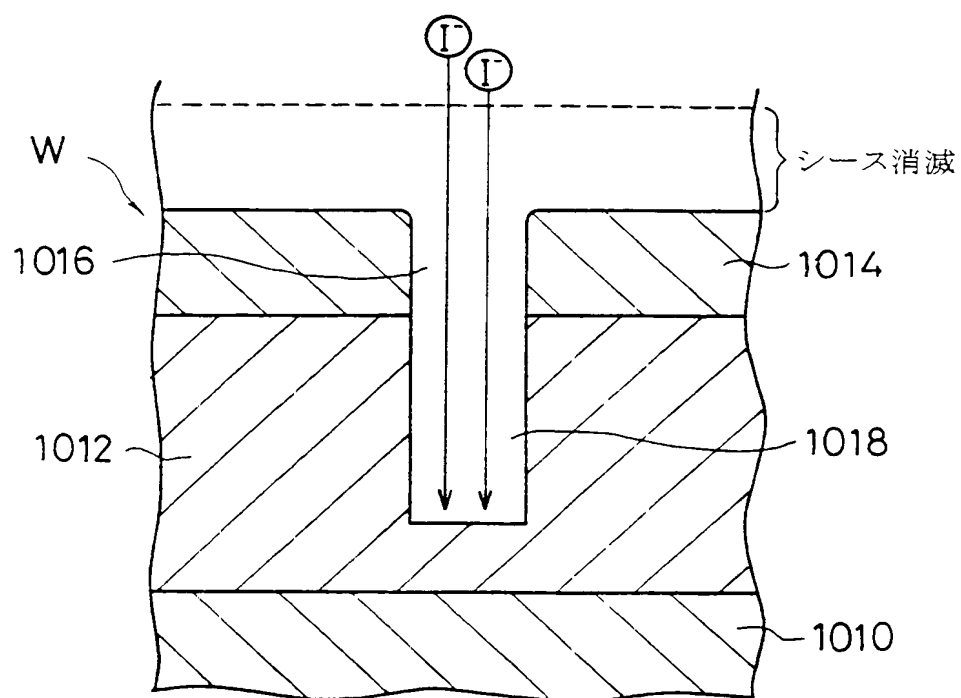


第 16 図





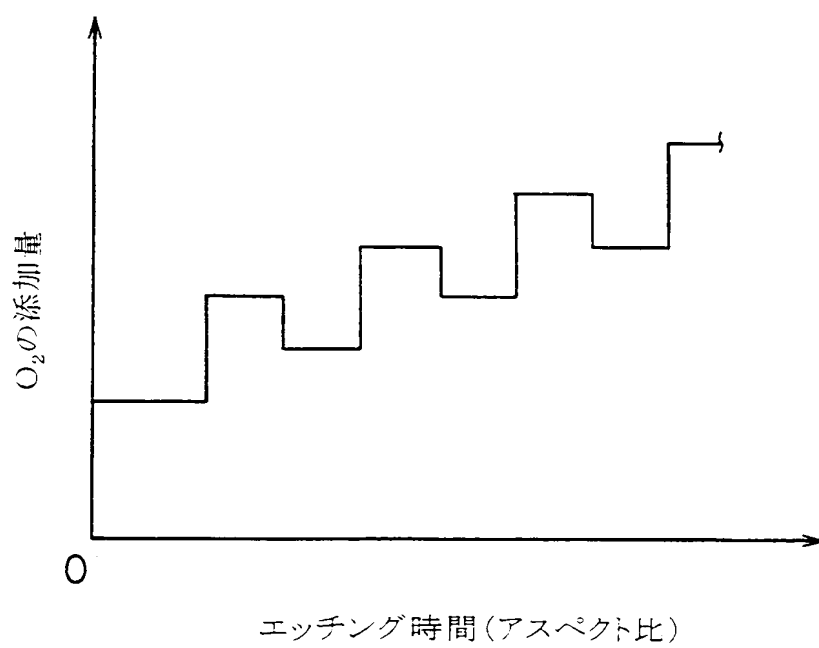
第 17 図





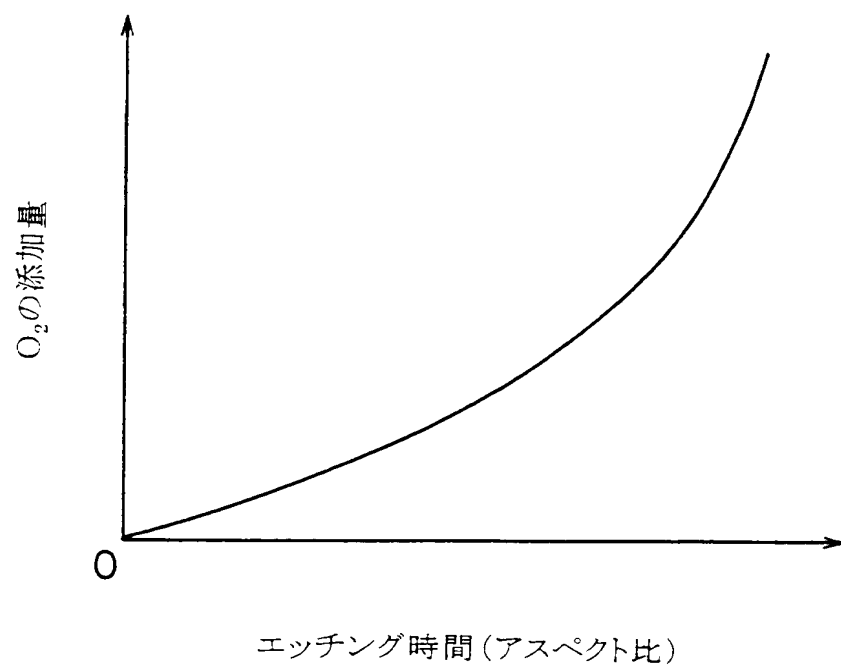
18/23

第18図



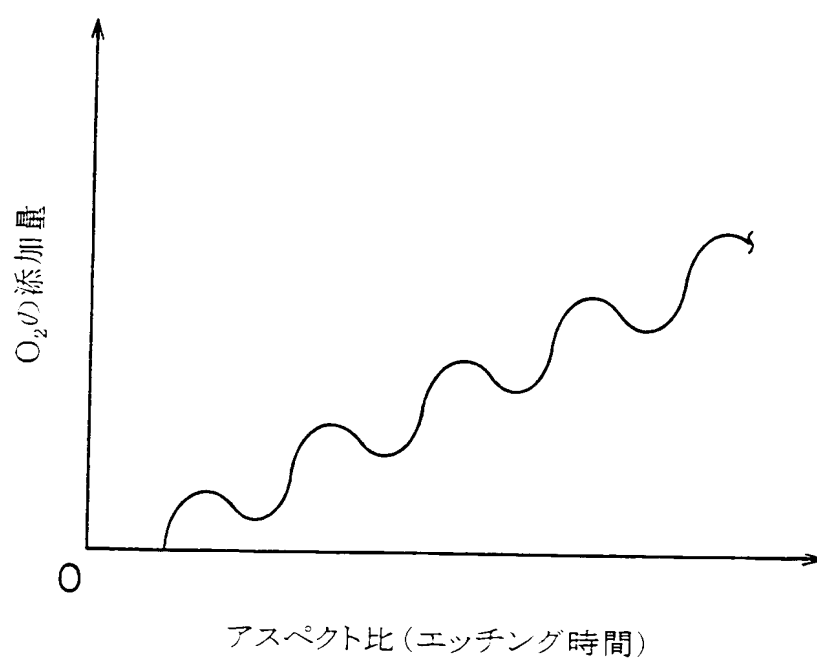


第19図



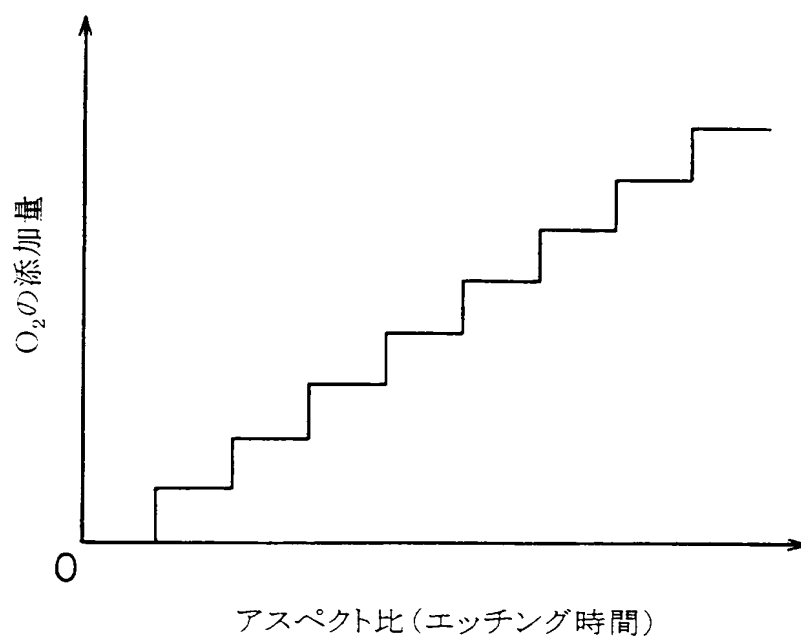


第20図



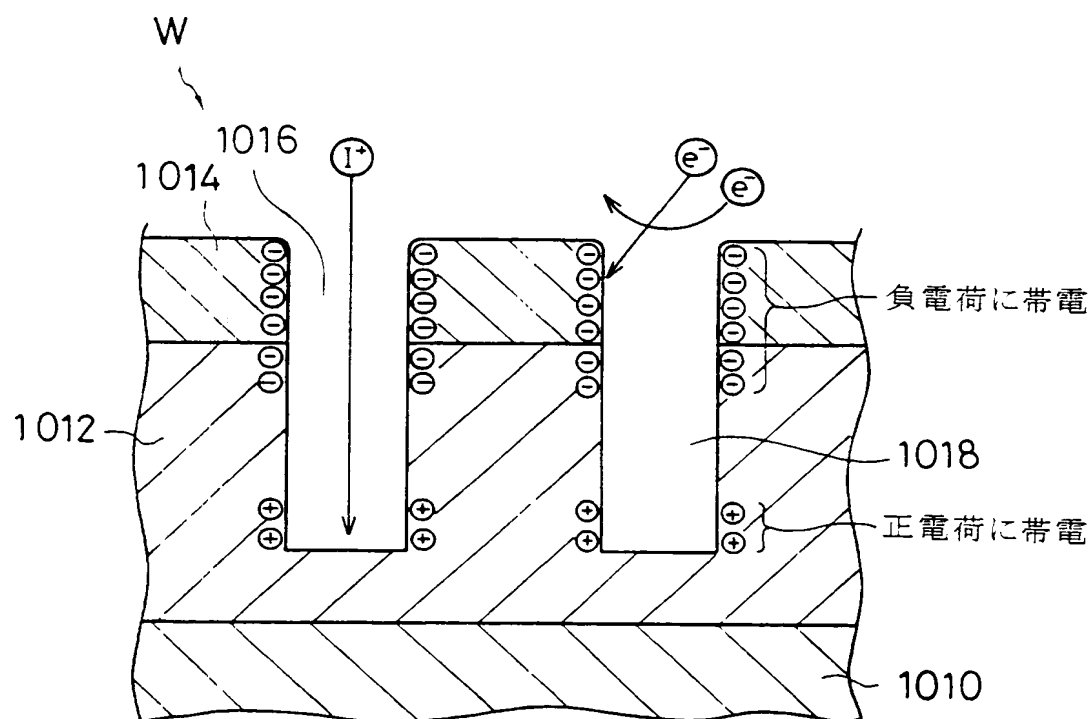


第 21 図





第22図





23, 23

符 号 の 説 明

100, 300, 1100	エッチング装置
102, 1102	処理室
106, 1106	下部電極
120, 1114, 1118	高周波電源
124, 1108	上部電極
124a, 1108a	ガス吐出孔
126, 1120	第1ガス供給管
128, 1140	第2ガス供給管
130, 1108b	ガス拡散室
134, 1128	第1流量調整バルブ
140, 1130	第2流量調整バルブ
146, 1132	第3流量調整バルブ
152, 1144	第4流量調整バルブ
136, 1134	第1ガス供給源
142, 1136	第2ガス供給源
148, 1138	第3ガス供給源
154, 1146	第4ガス供給源
156, 1148	制御器
202, 1012	SiO ₂ 膜層
204, 1018	コンタクトホール
206, 1014	フォトレジスト膜層
302	分析器
W	ウェハ



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/07176

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L21/3065

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/3065

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1964-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-1998
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JOIS

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 09-181172, A (Mitsubishi Electric Corporation),	7, 10-16
Y	11 July, 1997 (11.07.97), Par. Nos. 12 to 42 (Family: none)	1, 2, 4-6, 8, 20-22
Y	JP, 05-267231, A (Hitachi, Ltd.), 15 October, 1993 (15.10.93), Par. Nos. 36 to 39 (Family: none)	1, 2, 4-6, 8, 20-22
Y	JP, 09-129611, A (TOKYO ELECTRON LIMITED), 16 May, 1997 (16.05.97), Par. Nos. 8 to 46 (Family: none)	20-22
Y	US, 5919332, A (TOKYO ELECTRON LTD.), 06 July, 1999 (06.07.99), Full text & JP, 09-055374, A	20-22

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 March, 2000 (10.03.00)

Date of mailing of the international search report

21 March, 2000 (21.03.00)

Name and mailing address of the ISA

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. H01L 21/3065

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. H01L 21/3065

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1964-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-1996年
日本国登録実用新案公報 1994-1998年
日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)
JOIS

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X, Y	J P, 09-181172, A (三菱電機株式会社), 11.7月.1997 (11.07.97), 第12~42段落, (ファミリーなし)	7, 10-16, 1, 2, 4-6, 8, 20-22
Y	J P, 05-267231, A (株式会社日立製作所), 15.10月. 1993年 (15.10.93), 第36~39段落, (ファミリーなし)	1, 2, 4-6, 8, 20-22
Y	J P, 09-129611, A (東京エレクトロン株式会社), 16.05月.1997 (16.05.97), 第8~46段落, (ファミリーなし)	20-22
Y	US, 5919332, A (TOKYO ELECTRON LTD.), 6.7月.1999 (06.07.99), WHOLEDOCUMENT & J P, 09-055374, A, 全文	20-22

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
10.03.00

国際調査報告の発送日
21.03.00

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
今井 淳 印
4 R 9055
電話番号 03-3581-1101 内線 6758





Basic Information

License and Review

Pending Petitions

Reexamination/Reissue

Special Rules

Location/Task

Miscellaneous

Active Task

Organization

Worker

Task

Paralegal Docket

Unknown

Location Information

Location

17X1

LOC DT

07/10/2002

CHRG TO

76892

CHRG TO Location

Last Modification BUTECH

05/07/2002

dgreene

09/24/2002



PCT

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)
[PCT36条及びPCT規則70]

REC'D 16 FEB 2001

WIPO

PCT

出願人又は代理人 の書類記号 PCT99006TEL	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/ IPEA/416)を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P99/07176	国際出願日 (日.月.年) 21.12.99	優先日 (日.月.年) 28.12.98
国際特許分類(IPC) Int. Cl ⁷ H01L21/3065		
出願人(氏名又は名称) 東京エレクトロン山梨株式会社		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条(PCT36条)の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 4 ページからなる。
- ☐ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)
この附属書類は、全部で _____ ページである。
3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。
- I ☒ 国際予備審査報告の基礎
 - II ☐ 優先権
 - III ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
 - IV ☐ 発明の単一性の欠如
 - V ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
 - VI ☐ ある種の引用文献
 - VII ☐ 国際出願の不備
 - VIII ☐ 国際出願に対する意見

RECEIVED

SEP 25 2002

TC 1700

国際予備審査の請求書を受理した日 11.05.00	国際予備審査報告を作成した日 05.02.01		
名称及びあて先 日本国特許庁(IPEA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 今井 淳 一 印	4 R	9 0 5 5
電話番号 03-3581-1101 内線 6376			



I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT 14条)の規定に基づく命令に
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。
 PCT規則70.16, 70.17)

☒ 出願時の国際出願書類

- ☐ 明細書 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
☐ 明細書 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
☐ 明細書 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 請求の範囲 第 _____ 項、 出願時に提出されたもの
☐ 請求の範囲 第 _____ 項、 PCT 19条の規定に基づき補正されたもの
☐ 請求の範囲 第 _____ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
☐ 請求の範囲 第 _____ 項、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 図面 第 _____ ページ/図、 出願時に提出されたもの
☐ 図面 第 _____ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
☐ 図面 第 _____ ページ/図、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

- ☐ 明細書 第 _____ ページ
☐ 請求の範囲 第 _____ 項
☐ 図面 図面の第 _____ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならない、本報告に添付する。)



V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性 (N)	請求の範囲	1-6, 8, 9, 17-22	有
	請求の範囲	7, 10-16	無
進歩性 (IS)	請求の範囲	3, 9	有
	請求の範囲	1, 2, 4-8, 10-22	無
産業上の利用可能性 (IA)	請求の範囲	1-22	有
	請求の範囲		無

2. 文献及び説明 (PCT規則70.7)

請求の範囲第7, 10-16項に記載された発明に対して

国際調査報告書に掲げた J P, 09-181172, A (三菱電機株式会社) (引用文献1) には、フルオロカーボン類を用いたシリコン酸化膜のエッチングにおいて、エッチング中に酸素の添加量を調整することによって、エッチング速度を変化させ、あるいはエッチングを止めることが出来る点が記載されており、請求の範囲第7, 10-16項に記載された発明は、実質的に引用文献1に開示されたものと同一であると認められる。なお、下記の(*)に掲げられたある種の文献にはエッチング中に酸素の添加量を増減させる技術が開示されている。

請求の範囲第1, 2, 4-6, 8項に記載された発明に対して

国際調査報告書に掲げた J P, 05-267231, A (株式会社日立製作所) (引用文献2) には、添加ガスの供給を添加時間と非添加時間とに分けながらパルス的に供給することが開示されており、引用文献1に記載されたフルオロカーボン類に酸素を添加する際も、きめ細かいエッチング状態の調節をするために間欠的に酸素を添加することは当業者が適宜なしえた事項であると認められるから、請求の範囲第1, 2, 4-6, 8項に記載された発明は、引用文献1, 2の記載に基づいて容易になしえたものであると認められる。

請求の範囲第17-22項に記載された発明に対して

国際調査報告書に掲げた J P, 09-129611, A (東京エレクトロン株式会社) (引用文献3) 及び U S, 5919332, A (TOKYO ELECTRON LTD.) (引用文献4) には、上部電極に27.12MHzの高周波、下部電極に800kHzの高周波をそれぞれ印加する反応性リアクティブエッチング装置が記載されており、引用文献1及び引用文献2の記載を合わせて考慮すれば、基板ダメージの低下を目的として、引用文献1に記載された方法を引用文献3に記載された反応性リアクティブエッチング装置で実行することは当業者が適宜なしえた事項だと認められる。したがって、請求の範囲第17-22項に記載された発明は、当業者が適宜なしえた事項であると認められる。

請求の範囲第3, 9項に記載された発明に対して

国際調査報告書に掲げた各文献には、酸素の添加時間が酸素の不添加時間より短い点、及び酸素の添加量増加時間がその減少時間より短い点は記載されておらず、この点については、各引用文献に記載の発明を組み合わせても当業者が容易になし得たものとは認められない。



補充欄 (いずれかの欄の大きさが足りない場合に使用すること)

第 V 欄の続き

(*)

JP, 07-263409, A (株式会社日立製作所) (13. 10. 95)

JP, 02-280323, A (富士電機株式会社) (16. 11. 90)

JP, 08-130211, A (東京エレクトロン株式会社) (21. 05. 96)





PCT

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 PCT99006TEL	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220) 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P 99/07176	国際出願日 (日.月.年) 21.12.99	優先日 (日.月.年) 28.12.98
出願人(氏名又は名称) 東京エレクトロン山梨株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 2 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H01L21/3065

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H01L21/3065

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報1964-1996年
日本国公開実用新案公報1971-1996年
日本国登録実用新案公報1994-1998年
日本国実用新案登録公報1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)
JOIS

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X, Y	JP, 09-181172, A (三菱電機株式会社), 11.7月.1997 (11.07.97), 第12~42段落, (ファミリーなし)	7, 10-16, 1, 2, 4-6, 8, 20-22
Y	JP, 05-267231, A (株式会社日立製作所), 15.10月. 1993年(15.10.93), 第36~39段落, (ファミリーなし)	1, 2, 4-6, 8, 20-22
Y	JP, 09-129611, A (東京エレクトロン株式会社), 16.05月.1997(16.05.97), 第8~46段落, (ファミリーなし)	20-22
Y	US, 5919332, A (TOKYO ELECTRON LTD.), 6.7月.1999 (06.07.99), WHOLEDOCUMENT & JP, 09-055374, A, 全文	20-22

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
10.03.00

国際調査報告の発送日
21.03.00

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
今井 淳一

4 R 9055

電話番号 03-3581-1101 内線 6758

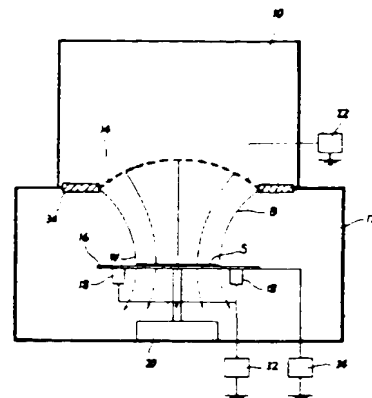


(54) ION BEAM PROCESSOR

(11) 5-267229 (A) (43) 15.10.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 4-63478 (22) 19.3.1992
 (71) KAWASAKI STEEL CORP (72) TAKEHIRO MURAKAMI(1)
 (51) Int. Cl. H01L21/302, H01J27/16, H01J37/08

PURPOSE: To enable vertical incidence of ion beams into a workpiece and high-anisotropy etching for example.

CONSTITUTION: A dome-shaped ion extraction electrode 14 is arranged between a plasma chamber 10 and a treatment chamber 12 so that a converged ion beam may be incident into a workpiece S located on a mount 16. An ion measurement instrument 18 is moved up and down by a movement device 20 along with the mount 16 to specify position W where an ion beam vertical incident into the mount by the ion measurement instrument becomes maximum. Installing workpiece S at the position causes a parallel ion beam formed by constriction of an ion beam to be incident into the surface of a workpiece, thereby making an ion beam incident vertically into the surface of a workpiece.



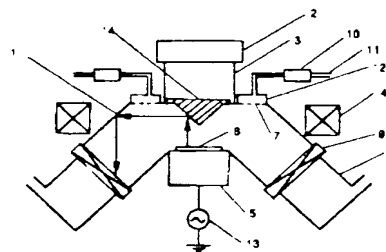
24: DC power source, 34: insulator, B: ion beam

(54) DRYETCHING SYSTEM

(11) 5-267230 (A) (43) 15.10.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 4-65744 (22) 24.3.1992
 (71) HITACHI LTD (72) KOSEI KUMIHASHI(2)
 (51) Int. Cl. H01L21/302

PURPOSE: To improve dimensional precision of etching by designing the shape of a vacuum treatment chamber so that a vertical line from the wall face of the vacuum chamber may not cross the surface of a sample.

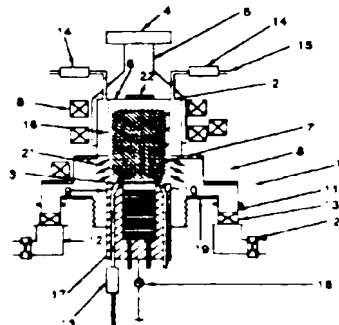
CONSTITUTION: The size of a sample counter face which determines the width of a vacuum treatment chamber 1 is so designed that the range of a 45° depth angle from a wafer 6 is as the whole a sample counter face. The side face of the vacuum treatment chamber 1 is inclined at 45°. Since a vertical line from the side wall is so designed as not to cross the wafer 6, the reflection direction of reaction products is prevented from being the sample direction, and reaction products from reflecting on the sample front face many times. As a result, reaction products return to the wafer 6 to cause deposition, but no thickening of patterns or no foreign matters. Thus, high-precision etching can be conducted.

**(54) SYSTEM FOR DRYETCHING DOPED WITH LOCAL TRACE GAS**

(11) 5-267231 (A) (43) 15.10.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 4-65745 (22) 24.3.1992
 (71) HITACHI LTD (72) NAOYUKI KOTO(3)
 (51) Int. Cl. H01L21/302, C23F4/00

PURPOSE: To conduct vertical and high-sensitivity etching and to prevent adverse influences of gas doping such as contamination by enhancing controllability of trace gas doping in etching.

CONSTITUTION: A system provided with a doping gas introduction port 3 at a position within 1/2 of a mean free path from a wafer 10 in addition to an etching gas introduction port 2 and adjusting the time of gas residence in the treatment chamber at 100msec or less. And, this system is used to conduct etching by doping with an etching gas of 500sccm or more and a doping gas of 1/20 or less of the etching gas or 10sccm under a 1-10mTorr gas pressure. This process enables the adsorption quantity of side wall passivation films and etching radicals to be controlled at the level of several atomic layer, thereby conducting vertical etching.





Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference PCT99006TEL	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT IPEA 416)	
International application No. PCT/JP99/07176	International filing date (<i>day month year</i>) 21 December 1999 (21.12.99)	Priority date (<i>day month year</i>) 28 December 1998 (28.12.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01L 21 3065		
Applicant TOKYO ELECTRON YAMANASHI LIMITED		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 3 sheets, including this cover sheet.
- ☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of _____ sheets.

RECEIVED

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

SEP 14 2001

TC 1700

Date of submission of the demand 11 May 2000 (11.05.00)	Date of completion of this report 05 February 2001 (05.02.2001)
Name and mailing address of the IPEA JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.



INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No

PCT JP99 07176

I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application *

- ☒ the international application as originally filed
- ☐ the description
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the claims
pages _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the drawings:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)) **

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report



INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT JP99 07176

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability: citations and explanations supporting such statement

1 Statement

Novelty (N)	Claims	1-6,8,9,17-22	YES
	Claims	7,10-16	NO
Inventive step (IS)	Claims	3,9	YES
	Claims	1,2,4-8,10-22	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-22	YES
	Claims		NO

2 Citations and explanations

REGARDING THE SUBJECT MATTER OF CLAIMS 7, 10-16

Document 1 [JP, 09-181172, A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION)] cited in the ISR describes silicon oxide film etching using fluorocarbons, and describes the point about varying the etching rate or halting etching by adjusting the amount of additional oxygen during etching. The subject matter of claims 7 and 10-16 appears to be essentially identical to what is disclosed in document 1. Furthermore, the documents listed under (*) below also disclose art for increasing or decreasing the amount of oxygen added during etching.

REGARDING THE SUBJECT MATTER OF CLAIMS 1, 2, 4-6, 8

Document 2 [JP, 05-267231, A (HITACHI, LTD.)] cited in the ISR discloses supplying additional gas divided between addition time and non-addition time in a pulse-like manner. Intermittently adding oxygen in order to regulate fine etching when adding oxygen to fluorocarbons as described in document 1 is within the ordinary designing ability expected of a person skilled in the art, so the subject matter of claims 1, 2, 4-6, and 8 appears to be easy to conceive based on the discloses of document 1 and 2.

REGARDING THE SUBJECT MATTER OF CLAIMS 17-22

Document 3 [JP, 09-129611, A (TOKYO ELECTRON LTD.)] and document 4 [US, 5919332, A (TOKYO ELECTRON LTD.)] cited in the ISR describe a reactive etching device that applies 27.12 MHz high frequency to an upper electrode and 800 kHz high frequency to a lower electrode respectively. In light of document 1 and document 2, applying the method described in document 1 to the reactive etching device described in document 3 in order to reduce substrate damage is within the ordinary designing ability expected of a person skilled in the art.

REGARDING THE SUBJECT MATTER OF CLAIMS 3, 9

None of the documents cited in the ISR describes the point about the oxygen addition time being shorter than the oxygen non-addition time or the point about the oxygen addition amount increase time being shorter than its decrease time, and this point does not appear to be easy for a person skilled in the art to conceive, even in combination with the inventions described in the aforesaid documents.

(*)

JP, 07-263409, A (HITACHI, LTD.) (13.10.95)

JP, 02-280323, A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) (16.11.90)

JP, 08-130211, A (TOKYO ELECTON LTD.) (21.05.96)

100